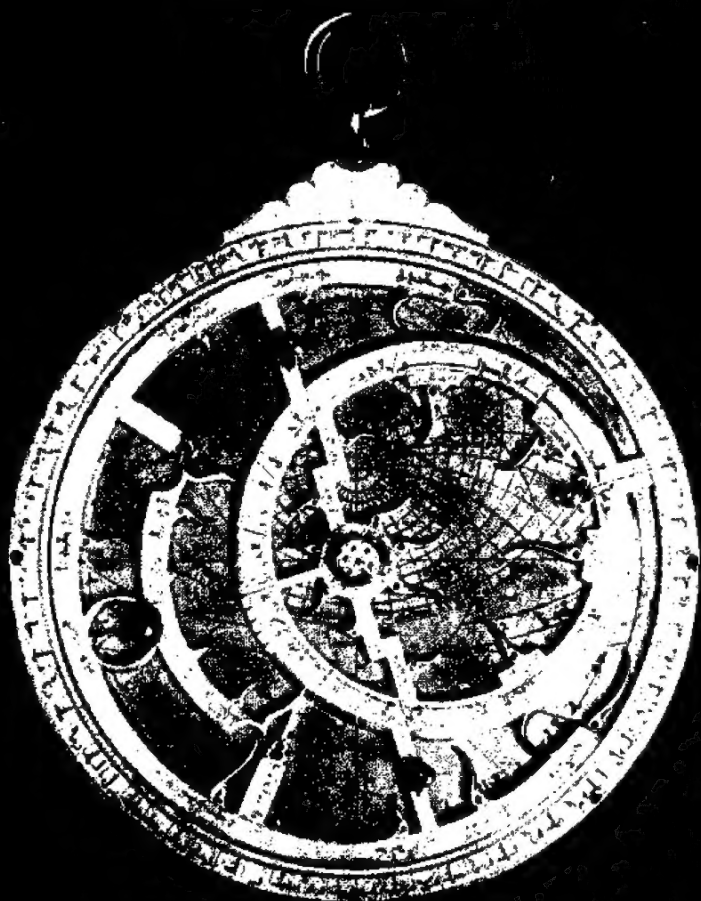




المؤسسة  
العربية  
للدراسات  
والنشر

# العلم في التاريخ

المجلد الثاني



تأليف: ج. د. برنال      ترجمة: د. شكري إبراهيم سعد

مكتبة الجامعة الاردنية  
رقم التسلسل ٢٤٥٦١٥  
رقم التعنيد  
التاريخ ٢٩ حزيران ١٩٨٢

٩٠٤٩  
برن

هدية

نبذة عن المؤلف

هدية من حضرتهم - العربية  
للتوثيق

ولد جون ديزموند برنال بايرلندة عام ١٩٠١ ، وتلقى معظم تعليمه بانجلترا ، حيث درس الفيزياء بكلية ايمانويل بكمبريدج . باشر برنال اول ابحاثه المنتظمة بمختبر دافي - فاراداي تحت اشراف سير وليم براج ، وقد عاد بعد ذلك الى كمبريدج محاضرا ، ثم اصبح المدير المساعد للابحاث في علم البللورات (١٩٢٧ - ٣٧) . وفي عام ١٩٣٧ انتخب زميلا بالجمعية الملكية ، وفي نفس العام عين رئيسا لقسم الفيزياء بكلية بيرك بك جامعة لندن . وعندما استحدثت قسم علم البللورات في عام ١٩٦٣ نقل رئيسا له . وخلال الحرب اصبح الاستاذ برنال مستشارا علميا لرئيس العمليات المشتركة . وفي عام ١٩٤٥ عين رئيسا للجنة الاستشارية العلمية لوزارة العمال ، موجهها خدماته بعد ذلك الى المجلس الاستشاري للبناء . وهو عضو خارجي باكاديميات العلوم بالاتحاد السوفيتي وهنغاريا وبولندة ورومانيا وبلغاريا وتشيكوسلوفاكيا والمانيا والنرويج ، وقد كرمته كثيرات من الجامعات الأجنبية .

امتدت ابحاث الاستاذ برنال الى جميع معالم علم البللورات ، وخاصة استخدام الأجهزة والمجموعات المتناسقة ، وتركيبات المواد بجميع انواعها . وقد قام بفحص الكثير من المواد - البيولوجية المعقدة وحقق في هذا المجال اسهامات اساسية ، كما حقق مؤخرا انجازات كبيرة في موضوع اصل الحياة ، وموضوع المجموعة الشمسية . ويدير برنال مختبرا يعنى ضمن ما يعنى بتركيب المنتجات الصناعية . وقد عني برنال دائما بتاريخ العلم ، ماضيه وحاضره ومستقبله وتفاعله بالمجتمع . وفي عام ١٩٥٣ منح برنال جائزة لينين للسلام ، كما منح ميدالية جروتياش عام ١٩٥٩ .

وبرنال هو مؤلف كتاب العالم : الجسد والسيطان (١٩٢٩) وكتاب الوظائف الاجتماعية للعلم (١٩٣٩) ، وحرية الحاجة (١٩٤٩) ، والأصل الفيزيائي للحياة (١٩٥١) ، والعلم والصناعة في القرن التاسع عشر (١٩٥٣) ، والعلم في التاريخ (١٩٥٤) وقد روجع عام ١٩٥٧ وعام ١٩٦٥ ، وعالم بلا حروب (١٩٥٨) وروجع عام ١٩٦٠ ، واصل الحياة (١٩٦٧) .

## عرفان وتقدير

كانت كتابة هذا الكتاب امرا مستحيلا بالنسبة لي بدون مساعدة الكثيرين من أصدقائي وزملائي الاعضاء بكلية بيركبيك ، الذين زودوني بأرائهم وأرشدوني إلى مصادر المعلومات .

واتوجه بالشكر الى د. أ. هـ. س. بيرهوب ، والى مستر بيرنز ، والاستاذ ف. ج. شيلد ، والمستر موريس كافورث ، والمستر سيدريك دوفر ، والمستر ر. بالم دات ، ود. د. ر. نيوت ، د. م. روثمان ، والاستاذ ج. تومسون ودونا تور . لقد اطلعوا على فصول مختلفة من هذا الكتاب وعلقوا عليها في المراحل الاولى ، وقد حاولت أن أعيد كتابتها في ضوء ما أثير من نقد . ولم يطلع أحد على أية حال على العمل في صورته الأخيرة ، وهم ليسوا مسؤولين عن أي من البيانات أو الآراء التي عبرت عنها في هذا الكتاب .

ويطيب لي أيضا بوجه خاص ، أن أعبر عن شكري لسكربتيري الأنسة أ. ريمال ومساعدتها السيدة ج. فيرجوسون والانسة ر. كلايتون لما قدمنه من عون في الاعداد الفني للكتاب والفهرس ، وهي مهمة ضخمة ، إذ أن الكتاب قد أعيد كتابته حوالي ست مرات .

أوجه الشكر أيضا إلى رجال وموظفي مكتبة الجمعية الملكية ومكتبة جمعية الاطباء الملكية ، ومكتبة جامعة لندن ، ومكتبة كلية بيركبيك ، ومكتبة مدرسة الدراسات الشرقية والأفريقية ، والى مدير ورجال متحف العلوم بلندن .

وأخيرا ، أود أن أعبر عن امتناني إلى مساعدي المستر فرنسيس أبراهاميان الذي لم يأل جهدا في البحث عن الكتب وجمعها ، وغيرها من المواد التي تطلبها العمل ، وكذلك تصحيح النسخة الخطية وبروفات الطبع . إنني لم أكن لأحاول كتابا من هذا الحجم دون مساعدته .

ج . د . ب . ١٩٥٤

## ( عرفان وتقدير ) للطبعة المصورة

أودّ قبل كل شيء ، بمناسبة إعداد هذه الطبعة المصورة ، من كتاب « العلم في المجتمع » أن أشكر لولين رومان ، الذي قام باختيار اللوحات وكتابة العناوين .  
وأود أيضا أن أشكر آن موراى التي تولت مسؤولية تنسيق الربط بين كل التعديلات في المؤلف ذي الأربعة مجلدات ، ولتصحيحها بروقات الطبع .  
وأخيرا ، أوجه الشكر إلى مساعدي الشخصي ، فرانسيس أبراهاميان ، الذي قدم المشورة للناشرين عند كل مراحل إنتاج هذه الطبعة .

ج . د . ب .

١٩٦٨





## ملحوظة

تخاشيت في الطبعة الأولى أن أستعمل التذييلات . إلا أنني في الطبعات التي تلت لجأت الى استخدام هذه الملاحظات ، وهي تحمل علامة\* او العلامة\* ( اذا ضمت الصفحة الواحدة أكثر من ملاحظة ) . وقد جمعت الملاحظات الواردة في كل مجلد لتذكر في آخر هذا المجلد ، على أن يرجع الى كل منها باستخدام رقم الصفحة التي وردت بها .

وتشير الارقام التي ترد في بعض صفحات الكتاب الى رقم الكتاب المرجع ، توجد ارقام الكتب هذه في آخر المجلد ايضا ، والكتب المراجع هذه ثمانية أجزاء ، تناظر الأجزاء الثمانية لكتابنا هذا . فالمجلد الاول يحتوي على الأجزاء ١ - ٣ ، ويحتوي المجلد الثاني على الجزئين ٤ - ٥ ، ويحتوي المجلد الثالث على الجزء ٦ ، ويحتوي المجلد الرابع على الجزئين ٧ - ٨ .

ينقسم الجزء ١ من كتب المراجع الى ثلاثة قطاعات . ويحتوي القطاع الاول على الكتب التي تغطي العمل كله ، بما في ذلك التواريخ الهامة للعلم ، ويحتوي القطاع الثاني على تواريخ علوم معينة والكتب المتعلقة بالجزء ١ . أما القطاع الثالث فيضم قائمة بالدوريات التي اتخذت مراجع في هذا الكتاب .

وينقسم كل من الأجزاء ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، من كتب المراجع الى قطاعين . ويضم القطاع الاول في كل جزء أهم كتب المراجع المتعلقة بهذا الجزء ، أما بقية الكتب فتقع في القطاع الثاني .

وفي الجزء ٦ من كتب المراجع ، يحتوي القطاع الاول على الكتب التي تغطي المقدمة والفصل ١٠ الخاص بالعلوم الفيزيائية ، ويحتوي القطاع الثاني على الكتب المتعلقة بالفصل ١١ الخاص بالعلوم البيولوجية .

وفي الجزء ٧ من كتب المراجع نجد الكتب التي تغطي المقدمة والفصلين ١٢ ،  
١٣ ، الخاصين بالعلوم الاجتماعية .

ويحتوي الجزء ٨ من كتب المراجع على الكتب التي تغطي الفصل ١٤ الخاص  
( بالهامة ) .

ويجري نظام الرجوع على الوجه التالي : يشير الرقم الاول الى الجزء من كتاب  
المراجع ، ويشير الرقم الثاني الى رقم الكتاب في هذا الجزء ، ويشير الرقم الثالث إن  
وجد ، إلى رقم الصفحة في الكتاب المعني . فمثلا ٢ - ٥ - ٥٦ تشير الى الصفحة ٥٦  
من الصنف رقم ٥ من كتب المراجع للجزء ٢ ، أي كتاب « Science in antiquity »  
لمؤلفه دارنجتون .



الجزء ٤

---

مولد العلم الحديث

٢٤٥٦١٥

طه جبرام



قضايا في بحر الكتب

## مقدمة الجزء ٤

كان من الضروري ان يؤدي النمو المطرد في إنشاء المدن وتطور أساليب الصناعة والتجارة في أواخر القرون الوسطى الى عدم التوافق مع النظام الاقتصادي القطاعي . وتم هذا النموبطء تحت نظر النفوذ القطاعي ، ولكنه ظهر أخيراً على السطح واثبت جدارته ، ومن مكان الى مكان احتفل بمولد نظام جديد في الاقتصاد ، وباستعمال الوسائل التكنيكية الجديدة في شق الطرق ووسائل المواصلات وانتشار الأسواق واتساعها ازداد انتاج السلع وتسويقها .

لعبت المدن حيث اقيمت هذه الاسواق دوراً ثانوياً ، ولكنه كان طفلياً على الاقتصاد القطاعي ، وفي القرن الخامس عشر ظهرت ونمت الطبقة البرجوازية بحيث اصبحت قادرة على تحويل هذا النظام الاقتصادي الى اقتصاد آخر يعتمد على دفع اجور العمال بدلاً من السخرة للحصول على الحاجات الضرورية .

لم يتم انتصار البرجوازية والرأسمالية في النظام الاقتصادي الجديد إلا بعد حدوث ثورات سياسية ودينية وثقافية ، وكان من الطبيعي ان تتم عملية التحول ببطء وبغير نظام ، فقد بدأت في القرن الثالث عشر ولكنها لم تظهر في ايطاليا إلا في القرن السابع عشر عندما استطاع البرجوازيون أن يشبثوا أقدامهم ويفرضوا قوانينهم حتى في أكثر الممالك تحضراً في ذلك الوقت مثل انكلترا وهولندا / ولم تنتشر هذه القوانين في اوروبا إلا بعد مرور مائتين من السنين .

إن الفترة الزمنية ٦٤٥ - ٦٩٠ التي عاصرت الرأسمالية والطرق الجديدة من الإنتاج هي نفسها الفترة التي شاهدت الطرق التجريبية والحسابية في العلوم الطبيعية . لم يكن هذا التحول بسيطاً فقد أدى التغير في الطرق الفنية الى ظهور العلم ، وبالتالي أدى العلم الى ظهور وسائل جديدة في الطرق الفنية .

ان هذه الثورة الفنية الاقتصادية العلمية هي ظاهرة اجتماعية فريدة ، كان أثرها اعمق من اكتشاف الزراعة نفسها التي جعلت قيام المدينة ممكناً ، ولكن بالعلم اصبحت امكانيات التقدم بغير حدود .  
ان مشكلة مولد العلم الحديث من اهم مشكلات التاريخ ، وفي هذا الموضوع كتب الاستاذ بترفيلد Butter field ١٤٤١ يقول :

« اشرفت الثورة العلمية . . وانارت كل شيء منذ ظهور المسيحية ؛ وحجبت آثار عهدي النهضة والاصلاح التي كانت مجرد ومضات في النظم الدينية للقرون الوسطى ، ومن العسير إيجاد مجال آخر مثل هذا النرى فيه بوضوح العمليات الدقيقة التي حجبت تحتها هذا التحول التاريخي وهذا التطور في نبوغ الفكر الانساني .  
وبالرغم من انني لا أوافق الاستاذ بترفيلد على هذا التحول إلا انني اوافقه تماماً على أهمية المشكلة .

✓ الرأسمالية والعلم مرتبطان في نموهما ، ويمكن اظهار هذه العلاقة على شكل المؤثر والتأثير . ويمكن القول انه في بداية الأمر كان العامل الاقتصادي هو السائد . إن الظروف التي من اجلها ظهرت الرأسمالية هي نفسها التي اتاحت للعلم التجريبي الظهور ، وفي نهاية هذا العصر ظهر العكس تماماً . أدى نجاح العلم التجريبي الى التقدم العظيم في التكنولوجيا والثورة الصناعية . وفي هذه الفترة مرت العلوم الطبيعية بأصعب مراحلها ، حيث اكدت ضرورتها كجزء من القوى المنتجة في المجتمع . وعلى مر العصور اثبتت هذه الحقيقة اهميتها على جميع الأحداث السياسية والاقتصادية ، وهي تمثل للرأسمالية خطوة مرحلية على طريق التطور الاقتصادي للمجتمع ، بينما يثبت العلم انه ضرورة دائمة للبشرية ، واذا كانت الرأسمالية قد أتاحت للعلم الوجود / فالعلم بدوره قد اكد عدم ضرورة الرأسمالية .

✓ كانت الرأسمالية في المراحل الأولية قوية وسائدة حيث بدأت تحطم القيود حول الأقطاع المحترض ، وباستعمال الوسائل المتطورة في العصور الوسطى استطاعت الزراعة والصناعة والتجارة النمو والانتشار في مساحات كبيرة ، وأدى التطور والنمو في الاقتصاديات الى زيادة استهلاك المواد الأمر الذي اقتضى التطور في طرق البحث والتطبيق وخاصة البحث عن المعادن والأدوات اللازمة للملاحة والحروب ، وهذه بدورها أوجدت مشاكل جديدة أمام العلماء نتيجة استخدام مواد مكتشفة جديدة بحيث لم يصبح للاختراعات القديمة كالبوصلة والبارود مكان .

وفي بداية القرن السابع عشر ظهرت البرجوازية التي استطاعت ان تستجيب وتستوعب الفلسفة الجديدة والعمل بها في بناء أسس العلم التجريبي . كان عل العلماء الجدد ان يتحدوا وينظموا صفوفهم كما اتحد التجار في ذلك الوقت وكونوا الشركات ، وقبل انتهاء هذا العصر استطاع نفر قليل من العلماء النجاح في حل بعض المشاكل الأساسية في الميكانيكا والفلك وبذلك قدموا ما لم يستطع القدماء تقديمه في مجال التطبيق كالملاحة مثلاً . كان هذا أشبه بفتح للشهية ولكن جاء الانتصار الكبير في قوة الدفع الجديدة نحو الدراسة العلمية التطبيقية والتكنيكية وكذلك استنباط طرق عملية محكمة واخرى حسابية ورياضية لشرحها وتحليلها وهي التي اعطت احسن نتائجها في ممالك اخرى . وفي نهاية القرن السابع عشر استفاد العلم من التحامه بالمشاكل العملية اكثر مما اعطي في مجال تحسين الطرق التكنولوجية نفسها .

### الثورة العلمية

ان تتبع تطور العلم الحديث منذ مولده ويده نموه ثم بلوغه ، ونضجه هو الموضوع الأساسي للفصل السابع . من الضروري أولاً معرفة علاقة العلم بقوى المجتمع الجديدة في عصري النهضة والاصلاح وثانياً دراسة الطرق التي بواسطتها تمت انجازاته التكنيكية وكذلك صياغة الأفكار الجديدة في العصر الجديد . ان التغير الذي حدث في الآراء العلمية في هذه الفترة الحرجة بالذات لا بد وان يكون اصعب بكثير من التغير في الأفكار السياسية والدينية التي كانت سائدة في ذلك الوقت / ادى هذا التغير في التفكير والتصور الى قيام الثورة العلمية التي غيرت جميع المفاهيم المتوارثة من الاغريق والتي صاغتها الأديان ونحتها جانباً ، وحلت محلها الفروض الجديدة التي تعتمد على التجارب الكمية بلا حدود / كان هذا التحول عنواناً لنظام جديد نحو المعرفة وتغيراً من حالة الاستسلام والوفاق بين الانسان والكون الذي لا يتغير الى يوم القيامة الى حالة السيطرة على الطبيعة من خلال المعلومات المستقاة من قوانينها السرمدية / كان هذا الوضع الجديد حصيلة الاهتمامات الجديدة باقتناء التحف الثمينة التي اعطت مفهوماً جديداً واهتماماً بالحرخين المهرة / وبهذه الطريقة قضى على النهضة ولوجزئياً ، ثم بدأ التباين بين النظرية الأرستقراطية والنظرة العامة بظهور الطبقة في المجتمع /

ولكي ندرك جيداً كيف بدأ العلم الحديث يجب أولاً الرجوع الى ائماط التغيرات العملية والعقلية التي بدأت في عصر النهضة . وفي تاريخ العلم يرجع

المؤرخون السبب الى التغيرات الظاهرة والثابتة فقط وبذلك اعتبروا ما تم منها مجرد تغير في الحجاج لعروض واضحة لا تقبل الجدل ولا يعوزها البرهان أو نتيجة الملاحظة الدقيقة والتقدير الصحيح للحقائق الواضحة . وعدم صحة هذين الشرحين واضح من عجزهما لتعليل التوافق الزمني والمكاني للتقدم الاقتصادي والتكنيكي والعلمي ، وكذلك التوافق بين الموضوعات التي نالت اهتمام العلماء وهؤلاء الذين يسيطرون على الحياة الاجتماعية .

ومن ناحية اخرى لا يصح أن نذكر الاهتمامات التكنيكية فقط بل يجب الأخذ في الاعتبار الاهتمامات العقلية ايضاً . أن أوجه الصراع التي أدت الى ظهور البرجوازية جعلهم يؤثرون على الأفكار العلمية والدينية في دولهم . وهي في طريق التحول . وفي الحقيقة ان تحدي الأفكار التي كانت مقبولة لدى الأجيال السابقة اصبح ممكناً في وقت كانت أسس بناء المجتمع لا زالت غير محدودة ولا معروفة .

وبعكس التغيرات السابقة التي حدثت في أواخر عهد الامبراطورية الرومانية حيث ظهر علم جديد على انقاض علم قديم أو في أوائل العصور الوسطى حيث ترجم العلم من ثقافة الى اخرى ، فالثورة التي أدت الى ظهور العلم الحديث استمرت دون توقف أو تأثير خارجي . هذا يؤكد الحقيقة وهي ان نظاماً اساسياً جديداً في التفكير قد ظهر في المجتمع الجديد ولو انه اشتق مباشرة من عناصر قديمة إلا انه تحول بفضل افكار واعمال الرجال الذين قاموا بالثورة .

حاولت ثقافة الأقطاع القديمة الانتشار ووجدت في ذلك بعض الاستجابة ولكنها لم تستطع البقاء أو الصمود أمام التناقضات التي احدثتها . اضطرت الطبقة البرجوازية التي لفظها النظام الاقطاعي ان تجد لها نظاماً اجتماعياً جديداً وافكاراً متطورة تنظمها .

لا بد أن رجال عصر النهضة والقرن السابع عشر شعروا بأنهم ثاروا على القديم وغيروه ، ومع ذلك فهم بلا شعور مدبنون له ، ومن ناحية اخرى تختلف الثورة العلمية عن الثورات الأخرى التي سبقتها في انها بالوعي جعلت من السهل اعتبارها امتداداً للثقافة الفلسفية القديمة . كان المسؤولون القدماء يشدون أزر المخترعين امثال كوبرنيكوس وهارفي بما لا يقل عن



احساس الناس بصحة دعواهم . أصبحت الآن الانسانية طليقة وحررة لتختار ما تريده وترفض ما لا تريده ، كان لأحياء الأعمال الرياضية الكلاسيكية وخاصة اعمال ابولونيوس Apollonius وأرشميدس Archimedes الأثر الأكبر في القضاء على افكار أرسطو Aristotle / أما بلاتو Plato كرياضي أكثر منه روحاني فيمكن اعتباره مصدراً للإلهام ، من البديهي ومن المنطق ان العلم الحديث جاء مباشرة من العلم القديم لأنه بدراسة وتتبع أعمال القدماء وطرقهم امكن لرجال العصر الجديد من نشر آرائهم وإتمام انجازاتهم .

/ المراحل الهامة في تاريخ العلم :

لسهولة فهم حقيقة الوسيلة التي خلق بها العلم الحديث يجدر بنا تقسيم عصر الثورة العلمية الى ثلاث مراحل يمكن تسميتها :

/ أولاً - مرحلة النهضة ( ١٤٤٠ - ١٥٤٠ ) /

/ ثانياً - مرحلة الحروب الدينية ( ١٥٤٠ - ١٦٥٠ ) /

/ ثالثاً - مرحلة الإصلاح ( ١٦٥٠ - ١٦٩٠ ) . /

ويجب ان نتذكر ان تلك المراحل الثلاث ليست متناقضة ولكنها صور ثلاث لعملية تحول في الاقتصاد القطاعي الى الاقتصاد الرأسمالي ، وفي المحيط السياسي تشمل المرحلة الأولى ١٠٧-٣ عصر النهضة والملاحه والإصلاح كما تشمل الحروب التي انتهت بالحرية السياسية في إيطاليا وأدت الى ظهور اسبانيا كأول دولة عالمية / وفي المرحلة الثانية ١٠٧-٣ كان لانفتاح التجارة الأوروبية نحو امريكا والشرق أثر في ظهور القرصنة وسط ازمة مالية طاحنة هزت اقتصاديات أوروبا كلها / انها مرحلة الحروب الدينية في فرنسا والمانيا / عاصرت هذه المرحلة قيام الجمهورية البرجوازية الهولندية/ وكذلك اتحاد الكومنولث البريطاني البرجوازي / اما المرحلة الثالثة ١٠٧-٩٧ فهي عبارة عن وفاق سياسي ، ولو ان الحكومات في ذلك الوقت كانت ملكية إلا ان الطبقة البرجوازية استطاعت ان تقبض على زمام السلطة في معظم الممالك التي كانت في طريق النمو الاقتصادي / وكان الهولنديون هم أول الرواد في هذه المرحلة بالرغم من أبهة الملك في فرنسا /

/ وفي بريطانيا تميزت هذه المرحلة بقيام النظام الملكي الدستوري ،

والنمو السريع في التجارة والصناعة / وكانت التطورات المماثلة في العلم في المرحلة الأولى تحدياً لجميع صور الحياة التي نبتتها العصور المتوسطة في الأزمنة الغابرة / ظهر هذا التحدي في صورته النهائية في رفض نظرية أرسطو التي تنادي بأن الأرض مركز الكون وإبدالها بنظام المجموعة الشمسية ودوران الأرض كأني كوكب آخر وهو النظام الذي ينادي به كوبرنيكوس /

/ وفي المرحلة الثانية قوي التحدي أمام المعارضة الشديدة بفضل رجال امثال Kepler وجاليليو Galileo ، وامتد هذا التحدي فشمل الجسم البشري بواسطة هارفي Harvey ، كان هذا التحدي انجازاً للطرق التجريبية الجديدة بينما كان أول انبياء العلم في هذا العصر الجديد باكون Bacon وديكارط Descartes /

/ تتميز المرحلة الثالثة بانتصار العلم الجديد ونموه السريع وانتشاره في مجالات جديدة وتنظيمه لأول مرة في جمعيات ومؤسسات / هذه المرحلة هي عصر بويل Boyle وهوك Hooke وهجنس Huygens ، عصر جديد لفلسفة رياضية ميكانيكية جديدة . / انتهت اعمال كثير من الأيدي وانتاج كثير من العقول بظهور قانون نيوتون Newton الخاص بالاساسيات الرياضية للفلسفة الطبيعية / هذا القانون الذي يشعر المرء بأنه الأساس الذي يمكن عليه بناء ما تبقى من العلوم . / مهدت الخطوات الأخيرة الى ظهور الأسس الميكانيكية كما نحت جانباً النفوذ الكنسي الذي ساد العصور الوسطى ليحل محله نظام آخر / ومنذ ذلك الوقت امكن للجسيمات ان تلتقي ، وتتحد بحرية تامة ينظمها قوانين طبيعية ثابتة غير مرئية . / ان استيعاب هذه القوانين هو مفتاح السيطرة على قوى الطبيعة وجعلها في خدمة البشرية . / اما التأمل السامي فقد مهد الطريق الى اعمال اخرى مفيدة . /

## الفصل ٧

### الثورة العلمية

#### ١٥٤٠ - ١٤٤٠ - عصر النهضة الأولى - المرحلة الأولى (٧ - ١)

ان المرحلة الأولى في التحول من الاقطاع الى الرأسمالية هي الفترة التي شملت حركات النهضة والأصلاح ، ولو ان هذه الحركات وما سبقها امتدت فترة اكبر من ذلك - انتشرت الوسائل الاقتصادية - لانتاج السلع وطرحها في الأسواق ودفع أجور صانعيها في مدن متفرقة منذ القرن الثامن عشر / وأصبحت هي الطريقة الاقتصادية السائدة خلال القرن الخامس عشر في مجموعة من الدول تمتد من ايطاليا جنوباً الى هولندا شمالاً مروراً بالمانيا وارااضي الرين / وفي ايطاليا فقط ظهرت مدن كبيرة مثل البندقية وجنوا وفلورنسا وميلانو. / كانت هذه المدن مستقلة سياسياً واقتصادياً ولذلك استطاعت ان تبني الحضارة الفنية والفكرية لعصر النهضة. / وفي ايطاليا لم يتعارض ذلك مع الكنيسة لأن الحبر المقدس في روما كان يجمع دخلاً كبيراً من التبرعات التي كان يدفعها المسيحيون من انحاء الجمهورية المسيحية. / حدث شيء آخر عندما انتشرت الدعوة في المانيا وغيرها من الممالك حيث ادت من ناحية الى تثبيت حرية التدين على المستوى الشعبي في شكل الاصلاح اللوثرى ثم ومن ناحية اخرى الى الثورة الاجتماعية العارمة ، التي وجدت تعبيراً في حرب الفلاحين (١٥٢٥ - ١٥٢٦) وكذلك ثورة المعدانين (البابتيست) تحت قيادة منستر Munster (١٥٣٣ - ١٥٣٥) / حدثت مثل هذه الثورات في هنغاريا / واسبانيا الكاثوليكية ثم امتدت حركة الاصلاح الى الاراضي الواطئة وانكلترا وفرنسا / وكانت لا تزال شكلاً

من اشكال ما ينادي به كالفرن Calvin / (الخلاص بنعمة الله وليس بالأعمال) رافضاً الحكم الكنسي الكهنوتي وكذلك السهرينة وتحكم الاكليريكيين في ديموقراطية الانتخاب

لم يكن لاعلان الديموقراطية تأثير ظاهر حتى جاءت المرحلة الثالثة / اما النظام السياسي الذي حل محل النظام الاقطاعي الذي كان يزداد قوة وولاء هو حكم الأمراء / وكان الأمير يعتمد في قوته على مساندة التجار وفي بعض الأحيان كان الأمير نفسه احد هؤلاء التجار مثل ميديسي Medici . كانت عودة الملكية نهاية عصر القوى الدنيوية الإمبراطورية والبابوية ، وكل نظم العصور الوسطى في العالم / وبدلاً لهذا نشأت الولايات وقامت بينها الحروب وأحياناً المعاهدات التي أدت الى إيجاد توازن القوى وعدم تفوق قوة على أخرى /

وجد العلماء ورجال الانسانيات الرعاية والتشجيع في بلاط الملوك والأمراء وانتهى بذلك عهد الاعتماد على الكنيسة / وبالتأكيد أصبح مركز رجال الفكر في نفس المستوى الذي كانوا فيه أيام العرب عندما كانوا هم زينة الأمراء / بقيت جامعات العصور الوسطى خارج إيطاليا هي المتسكة بالأفكار الاقطاعية والمعارضة للمعارف الجديدة / اضطر فرنسيس الأول ملك فرنسا لانشاء الكلية الملكية عام ١٥٣٠ التي أصبحت اليوم كلية فرنسا وفيها ابيحت دراسة العلوم الانسانية التي لم تبجها جامعة السوربون /

وفي الحقيقة ان عصري النهضة والاصلاح هما وجهان لحركة واحدة ، وهي ابدال الطريقة التي كانت تعتمد على نظم موروثه في العلاقات الاجتماعية / بنظام البيع والشراء والعمالة / كان العامل الاقتصادي الأساسي الذي ساعد على هذا التغير هو الاتساع السريع في التجارة نتيجة الزيادة الكبيرة في تصنيع الحاجات المتداولة / والسبب في وجود هذه الزيادة هو ما طرأ على الطرق التكنيكية التي ادخلت في القرون الوسطى من تحسن ، وخاصة تلك التي كانت تتعلق بالزراعة وصناعة الملابس (١) (٢) ، وفي الوقت نفسه زاد انتاج هذه السلع عن الحاجة نتيجة التطور في صناعة السفن والملاحة / وخلال القرن الخامس عشر كانت البضائع الثمينة الآتية من الشرق الى البندقية ومنها الى ألمانيا تكون معظم التجارة / هذه التجارة هي التي كونت الثروات الضخمة لأهل أوغسبرج ونورنبرج وأخيراً هولندا

وانكسرت والتي اعطت لتلك المناطق مراكزها القيادية في الثقافة والشراء .



شكل (١٠١)

احد مراكز التجارة والفكر في عصر النهضة وهو مدينة البندقية . الصورة من رسم الفنان  
فيتور كارباسيو Vittore Carpaccio ( ١٤٩٠ - ١٥٢٦ )

تبين الصورة اجتماعاً رسمياً كما تبين الأقراص الرومانية ، والاثنان يحملان الجوز الذي كان  
يسود تلك الحقبة . وفي صدر الصورة الخطباء بأزيائهم التي كانوا يرتدونها في ذلك  
الوقت .

وفي أواخر هذا القرن وفي قمة عصر النهضة حدث توقف في طرق  
التجارة القديمة وظهور طرق جديدة لعب فيها العلم دوراً قاطعاً / كانت  
التحسينات في طرق الملاحة القديمة تتجه نحو اختصار الطرق القديمة المرتفعة  
التكاليف وإيجاد أسواق وطرق جديدة وكانت أعظم نتائجها اكتشاف القارة  
الأمريكية / ولكن أهم من هذا كله سيطرة البرتغاليين على تجارة القارة  
الآسيوية والتقدم السريع في الدول الواقعة حول بحر البلطيق وروسيا / أدى  
هذا التحول في طرق التجارة الى تغير كلي في الميزان الاقتصادي الأوروبي  
/ وبذلك توقفت تماماً تجارة إيطاليا وألمانيا / وضعف نفوذهما السياسي  
والاقتصادي ولو ان تأثيرهما الثقافي والتكنولوجي استمر لوقت طويل وحل

عملها بعد ذلك الدول البحرية كالبرتغال واسبانيا ثم لفترة اطول هولندا وبريطانيا لامتلاكهما الكثير من الموارد الطبيعية الأساسية .



شكل (١٠٢)

عملية صهر النحاس في عهد النهضة

منقولة من الطبعة الانكليزية *Beschreibung aller Furnemsten mineralischen Erzzi*

لؤلؤه لازارس اركر Lazarus Ercher عام ١٥٨٠ .

أصبح ممكناً نتيجة الأرباح الناتجة من التجارة وراء البحار تجمع رؤوس الأموال واستغلالها في صناعة الحاجات بجانب امتلاك الأراضي / أدى الطمع في هذا الكسب إلى تحسن طرق بناء السفن والملاحة ، وكان للملاحة التأثير الأكبر في ظهور العلم الحديث / وباستخدام الجنود المرتزة بدلاً من المسخرين تحت النفوذ الإقطاعي طالت الحروب التي كلفتهم الكثير الأمر الذي استدعى طلب المعادن مثل البرونز والحديد بدلاً من الفضة والذهب ، ومن ثم ازدهرت عمليات البحث عن المعادن وكذلك صناعة البارود وتقطير الكحوليات /

وعلى العموم كانت المرحلة الأولى مرحلة توسع اقتصادي ، وفي معظم ممالك أوروبا زاد الإنتاج ليس فقط الصناعي ولكن الزراعي أيضاً فزاد إنتاج الحبوب والأغنام والأسمك ، ومن الصعب أن تنسب هذه الزيادة إلى أي تقدم تكنولوجي خاص بدلاً من إرجاعها إلى تجمع تطورات عديدة كانت متفرقة بالإضافة إلى بث التحسينات / خلال الطرق الحديثة للتجارة / كان التقدم التكنولوجي الوحيد هو ظهور الطباعة والذي سبق شرحه في الباب السابق ولو أن الطباعة بالذات ليست من وسائل الإنتاج لكنها كانت من أهم الوسائل المؤثرة في نشر التقدم في الوسائل التكنولوجية ، إن عدد الكتب التي عالجت هذه المواضيع مثل الزراعة والبستنة والطبخ والتجارة لشاهد على ذلك /

### الثورة الإنسانية في التصرفات والأفكار

إذا عرف عصر النهضة بالتطور البطيء أو السريع في الأحوال الاقتصادية فذلك لا يوفيه حقه الذي يستحقه في تاريخ البشرية / والذي يكسب عصر النهضة أهميته نحو العلم والفن والسياسة أنه كان حركة إدراك وثورة في ذلك الوقت ، ومن الوجهة الثقافية كان عصر النهضة نتيجة مجهود مجموعة صغيرة من الأدباء والفنانين كرسوا حياتهم لمعارضة كل مظاهر الحياة في العصور الوسطى ، وجاهدوا لخلق نموذج جديد للحياة قريب الشبه بقدر المستطاع من القديم الماثوري ، ولكنهم لم يطبقوا النظر إلى القديم خلال التقاليد الموروثة ، وأقاموا هذا النموذج من قراءاتهم الشخصية للكتب والمراجع وذلك معناه الرجوع إلى أعمال الأغريق القدماء ومناقشة أفكار ليس فقط أفلاطون وأرسطو ولكن ديموقريطس وإرسيميدس أيضاً ٧-٤ /



شكل (١٠٣)

صانع اسلحة من القرن السادس عشر من مجموعة جون امان (١٥٣٩ - ١٥٩١)

لا شك ان الحركات الانسانية قد بدأت في ايطاليا منذ القرن الرابع عشر بفضل بتراك Petrarch وبوكاسيو Boccaccio اللذين استحسننا من الأدب الكلاسيكي ( الاغريقي والروماني ) التعبيرات الجميلة والمشاعر النبيلة وليس حلق المنطق لم وكانا بجانب فلسفتها من اتباع افلاطون/ انتشرت الحركات



الانسانية في فرنسا وشمال أوروبا في القرن السادس عشر متخذة طابعاً دينياً ، وفي كل مكان كانت هذه الحركات ترفض الأفكار الأقطاعية الكهنوتية وتعلن افكارها الدنيوية وقربها من المجتمع الأنساني / ذلك لا يعني رفضها للدين ولا حتى للتصوف ولكن فقط التشديد نحو حرية الفرد الدينية وعدم اعتماده الكلي على خدمات الكنيسة ، وأصبحت المعتقدات الدينية للفرد وهي الفضيلة في نظر الرومان هي المثل الأعلى ٤٣-٤ /

وفي البلاد البروتستانتية اعلن ميثاق حقوق الانسان في الحكم وحق الانتخاب / وهنا قام طلاب العلوم الانسانية بأصلاح الوثائق الاغريقية واليهودية وترجمتها الى العامية وبذلك اضافوا ثقلأ جديداً لسلطة الكتاب المقدس / وبالأعتماد على اللفظ الحرفي لما جاء في الانجيل تخلصوا من التناقضات التي جاءت على السنة خلفاء بطرس الرسول / كل ذلك طابق نظام الفلسفة الأدبية لجماعة التجار وعارض التبعية للأقطاع / وفي الحقيقة ان النظام الأقطاعي قد رفض بقوة كما رفض ايضاً النظام الذي أسماه رجال العلوم الانسانية بالغوطي كذلك فلسفة المعلمين وايضاً حياة الرهبنة التأملية داخل الأديرة واستجداء الراهبان خارج الأديرة / وفي النهاية اضطرت الكنيسة الكاثوليكية ان تقبل تغيير معتقداتها القديمة التي سادت العصور الوسطى كما طالب به رجال الإصلاح / ان عقيدة النعمة أصبحت مساوية للخلاص بالايمان عند الرومان وأصبحت البابوية التي دامت قرن من الزمان في أيدي رجال العلوم الانسانية المتسامين حماة الفن من الصلابة والعناد اكثر من جماعة البروتستانت المتعصين .

### المتعة والفن والمال .

تميز عصر النهضة في كل من الدول الكاثوليكية والبروتستانتية بالانفصال التام عن الماضي / وتبعاً للظروف السائدة كان الجزء الأكبر من هذا الانفصال حتمياً ، ولكن حدث اتجاه جديد اختفت بسببه الى الأبد النظم الاقتصادية للعصور الوسطى وكذلك هندسة البناء وأعمال الفن وكذلك الأفكار ، وحل محلها ثقافة جديدة رأسمالية في اقتصادياتها كلاسيكية في فنها وآدابها علمية في اقتراحها من الطبيعة /

/ كان عصر النهضة عصر بلبلة في الأفكار ولكن كان فيه الأمل وذلك

إذا قورن بعصور اليأس التي سبقته أو عصور الاستسلام الى العقائد الموروثة التي جاءت بعده ، ولم تكن اهتمامات الناس في هذا العصر بالمستقبل بقدر اهتمامهم بالحاضر / ظهرت هذه الاهتمامات في النمو السريع في الفنون الشعبية كالرسم والشعر والموسيقى / وفي كل مظاهر الحياة كان هناك اعتراف صريح بمباهج الحياة / كان نبي هذا العصر هو الدكتور فرنسوا رابليه Francois Rabelais ( ١٤٩٠ - ١٥٥٣ ) الذي اختار شعاراً لابراشيته ثلما Thelema التي كانت تعتبر مجتمعاً نموذجياً / « افعل ما يحلو لك » ( ص ١٠٤٦ ) وفي الحقيقة كان الناس في هذه الأبراشية يعيشون احراراً ولكنهم كانوا يفكرون افكاراً خطيرة / والقليل منهم هم الذين استطاعوا ان يفعلوا ذلك لأن الحياة الجديدة كانت مرتفعة التكاليف وكان عليهم دفع الثمن فوراً / وأصبح المال هاماً أكثر من أي وقت مضى / وكان من الطبيعي ان يتغير تصرف الناس للحصول عليه / وعلى العموم كان التصرف حسناً ما دام يخدم الناس في التجارة أو الصناعة أو اعطاء بعض النصائح



شكل (١٠٤)

كانت صناعة الزجاج الملون من أهم الصناعات أيام المصريين القدماء / وبدأت صناعة الزجاج الشفاف في القرن السادس عشر في افران كبيرة تسخن بالفحم / الصورة من كتاب De La Pyrotechnia لمؤلفه فانوسيو برنجويكو Vannoccio Biringuccio ( ١٤٨٠ - ١٥٣٩ ) ونشر في البندقية عام ١٥٤٠ .

المفيدة أو فتح منجم أو قرض المال بالفائدة / وكان يمكن للكنيسة الاعتراض على ذلك ، ولكن لم يكن ذلك في مصلحتها كما بين لها ذلك رجال الاصلاح / حتى السحر اخذ شكلاً جديداً كوسيلة للثراء والسلطة كما يتبين ذلك من قصة فاوست Faust ، وفي الحقيقة كان من الصعب التمييز بين السحر والعلم ١-٤ /

### ١ / تزواج الحرفيين والمتقنين

لضرورة توفير المشتري للمصنوعات والعامل الذي يصنعها لم يعد بين المتقنين والحرفيين أي ازدياد كما كان في العصور الوسطى والقديمة ، ولذلك انتعشت صناعة الخلي كما ازدهرت الفنون كالرسم والنقش والعمارة ، ولكن قبل انتاجها مع ازدياد اتقانها وطرافتها عما كانت في العهود السابقة ، وفي الحقيقة كان الشيء الجديد هو احترام عمال الحرف اليدوية مثل صناعة النسيج والغزل والفخار والزجاج ، اما الاحترام الأكبر فكان للحرفيين في الصناعات التي كانت تدر المال الوفير كأدوات الحرب وهم عمال المناجم ورجال التعدين /

كانت الطرق الفنية أكثر أهمية في عصر النهضة منها في العصور القديمة لأنها لم تكن في أيدي العبيد ولكن في أيدي رجال احرار ، وهؤلاء لم يكونوا بعيدين اجتماعياً واقتصادياً من حكام المجتمعات الجديدة كما كانوا في العصور القديمة . وفي العصور الوسطى كان الفنانون في مدينة مثل فلورنسا اعضاء ثانويين في النقابة الكبرى للأطباء وتجار التوابل ، اما النحاتون فكانوا في مرتبة اقل في النقابة الصغرى للبناءين وعمال الطلاء ٢٨-٤٠ . وفي مطلع القرن السادس عشر استطاع قليل من الرسامين والنحاتين ان ينالوا رعاية الملوك والبابوات ولو انهم كانوا دائماً يضغطون للحصول على اعتبار لأعمالهم . /

كان من نتيجة رفع شأن الحرفيين سهولة اعادة الروابط بينهم وبين المتقنين ، ذلك الرباط الذي انفصم منذ ابتداء المدنية / اضاف الحرفي الى طرق صناعة التحف طرقاً مستحدثة ظهرت في العصور الوسطى ، كما اضاف المثقف الى الأفكار العالمية آراءً جديدة أهمها الطرق المنطقية للمناقشة المستقاة من أدب الاغريق عن طريق الفلسفة العربية والطرق الحسابية

الجديدة . اخذ التحام النمطين بعض الوقت لكي يظهر تأثيره ولذلك انتشر ببطء في أول الأمر خلال جوانب المعرفة المختلفة ولكن بمجرد التحامها لم يحدث توقف لأنه كان بمثابة القنبلة / اما الناحية الفكرية لعصر النهضة فكانت في الحقيقة عودة الى اكتشاف سيادة الفن والطبيعة . /

### دراسة الكرة الأرضية وأبعادها :

يمتاز عصر النهضة بأنه يشمل اعمالاً عظيمة تجمع كل خبرات الانسان في ذلك العصر ، ويظهر مدى اهميتها في انجازات رجل يعتبر وحده عنواناً لهذا العصر وهو المهندس الموهوب والعالم الفنان ليوناردودا فنشي Leonardo da Vinci . وأعظم انتصاراته هي أولاً التحقق من نظام المجموعة الشمسية وتمركز الشمس في وسطها وهو نظام كوبرنيكس Copernicus الذي نشره في كتابه De Revolutionibus Orbium Celestrum وثانياً التشريح الكامل الدقيق للجسم البشري المصور في De Humani Corporis Fabrica لناسيليوس وقد نشر الكتابين في نفس السنة / كان الكتابان أول تحقيق ينشر عن الكواكب والجسم البشري ، كيف تدور الأرض في فلكها للعيون الفاحصة التي تريد ان ترى بنفسها وليس من خلال عوينات رجال السلطة القدماء / عندما طرحت ونشرت هذه الحقائق تقبلتها بعض الجمعيات الشعبية الجديدة التي حاولت ان تمجد الحقيقة بنفسها / اما تأثير ذلك في الأوساط السياسية فجاء متأخراً / وحدث لرجال السلطة فزع وحاولوا ابعاده وايقافه ولكن حاولتهم باءت بالفشل //

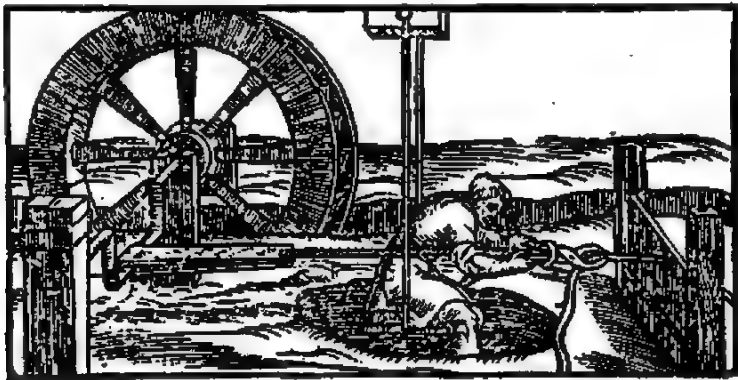
زاملت هذه الانجازات العظيمة اعمالاً اخرى عديدة في مجالات مختلفة مثل الفنون وعلوم الطبيعة التي كانت مهمة في العصور القديمة ، ومن امثلة ذلك موسوعة Pirotechnica لمؤلفها Biringuccio ( ١٤٨٠ - ١٥٣٩ ) وتحتوي شرحاً للمعادن وصناعة الزجاج والكيماويات ، وكذلك De Re Metallica لجورج باور George Pauer أو Agricola ( ١٤٩٠ - ١٥٥٥ ) ويعتبر هذا المرجع احسن ما كتب عن الطرق اليدوية لأنه لم يذكر فقط الفلزات والمعادن ولكن طرق معالجتها وكذلك اقتصاديات المناجم / وبعد ذلك ظهرت مؤلفات لجسner ( ١٥١٦ - ١٥٦٥ ) ورونديليت Rondelet ( ١٥٠٧ - ١٥٦٦ ) وبيلون Belon ( ١٥١٧ - ١٥٦٤ ) الذين دونوا وصفاً دقيقاً ورائعاً لكثير من النباتات والحيوانات في الدنيا القديمة والحديثة . / والى اعمال هؤلاء يجب اضافة نتائج الكثير من الرحلات والاستكشافات التي قام بها رحالة امثال اميريغو فسبوتشي Amerigo Vespucci



الذي دَوّن نتائج رحلته في خطابات عام ١٥٠٤ وهي التي اعطت القارة الجديدة اسمها وكذلك بيغافيتا Pigafetta الذي سجل نتائج رحلة ماجلان Magellan في الفترة ما بين عام ١٥١٩ و ١٥٢٢ .

كان الوجه الظاهر للثورة يشمل آراءً وصفية انتقادية أكثر منها آراءً بناءة وهي التي جاءت بعد ذلك . كان على الثورة ان تبدأ باستكشاف الأفاق الواسعة ومناهضة السلطة الحاكمة ، كان تشجيع الفنون والحرف الفنية هما الدافعان الأيجابي والمادي لتقدم العلم الحديث .

هزت التناقضات والجدل الديني في ذلك الوقت المعتقدات الأساسية للمذهب الأورثوذكسي ، وسمحت لقليل من الناس بالتفكير الحر واعتناق الآراء الجديدة مثل حرية الفرد في الحكم والمسؤولية الشخصية . اعتمدت هذه المعتقدات في استقامتها على نفس الدعائم التي اعتمد عليها العلم / كانت هذه الدعائم ضرورية لانتصار السياسة الاقتصادية للرأسمالية . وقبل محاولة مناقشة مركز وتأثير العلم ابان عصر النهضة يجب أولاً ذكر العوامل الهامة التي أثرت عليه في ذلك الوقت وهي الفنون والحرف الفنية وخاصة ما يتعلق بالهندسة والملاحة .



شكل (١٠٦)

صورة مأخوذة من كتاب Pirotechnia مؤلفه برنجويكو Biringuccio ويشمل هذا الكتاب أول صور منشورة للأرشادات العملية لشق مجالات التكنولوجيا في عصر النهضة .

## ٧-٢) الفن - الطبيعة - الطب /

### الفن في عصر النهضة

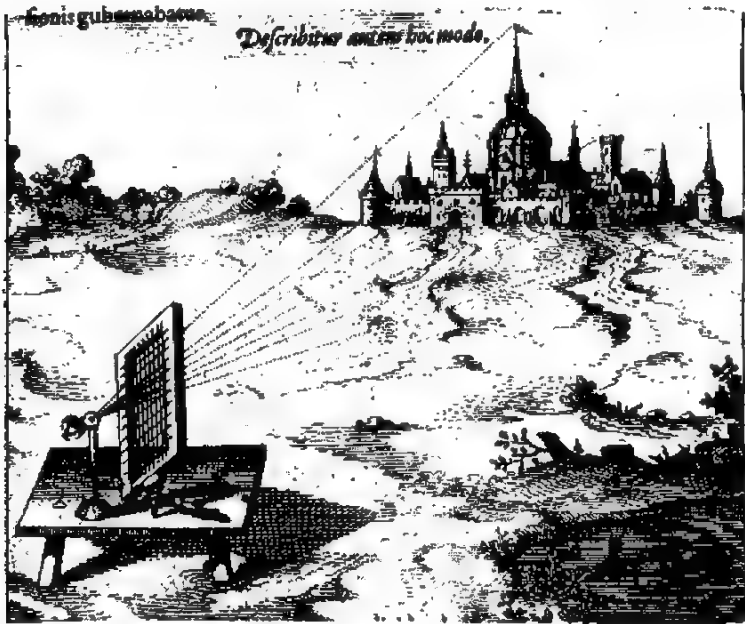
كان من معالم عصر النهضة تفضيل الفنون المرئية والملموسة على الفنون السلبية والتأملية ، ولذلك انتعشت فنون الرسم والنقش وهندسة البناء والموسيقى ، وكانت هذه الفنون وسيلة التحول الكبير الذي حدث في الحرف الفنية وخاصة الكيمائية والتعدينية ، وفي عصر النهضة كان للفن أهمية اجتماعية واقتصادية من نوع آخر / لم يصرف من المال على الفنون وخاصة الرسم أكثر مما صرف في العهود السابقة ولكن تم لأول مرة في التاريخ تقدير للفنون نابع من أهميتها ، وأصبح الفنانون في خدمة أمراء التجارة الجدد أينما وجدوا أولاً في إيطاليا ثم في برجاندي والفلاندرز والمانيا ، وكان هناك طلبات لا تنتهي من الأغنياء للحصول على الوسائل اللازمة لمظاهر حياة البذخ والتي تجذب الأنظار ٢٨٤-٢٨٤ ، وبذلك ارتفعت منزلة الفنان وقيمت الاستوديوهات الفنية التي كانت في نفس الوقت مدارس ومعامل / لم يتوقف الفن نفسه ليبقى تقليدياً بل أصبح وجدانياً علمياً ، اما الفنانون فأوجدوا لأنفسهم مواضيع جديدة وضعوا لها حلولاً ذهنية . لا يوجد عصر من عصور التاريخ كان للفنون المرئية فيه تأثير على تطور العلم كما كان لعصر النهضة وكان هناك توافق بين هذا التأثير وبدء التحول العظيم في تاريخ العلم .

### رسم المنظور /

كانت أهم الوسائل التي ساهم بها الفنانون في ظهور العلم وتطوره هو الرسم المنظور في دراسة الطبيعة وخاصة تشريح الجسم البشري وكذلك استعماله في الهندسة المدنية والعسكرية ، وزع ليونارد دافنشي وقته بين كل هذه الدراسات فقد كان الوحيد في ذلك الوقت الذي يستطيع ذلك .

أول مرجع لفن عصر النهضة اسمه Leon Battista Alberti Trattato della Pittura مؤلفه Leon Battista Alberti (١٤٠٤ - ١٤٧٢) الذي ظهر عام ١٤٣٤ وهو أحد أبناء عائلة غنية في فلورنسا ، ومع ذلك لم يأنف من مزاوله الفن والتمرن على أيدي الصانع اليدويين ، وكان لا بد وأن يستفيد من الجميع لأنه تعود أن يسأل الحاددين والبائنين حتى صناع الأحذية عن دقائق صناعاتهم لئلا يكون في حوزة أحدهم بعض الأسرار أو المعلومات غير المعروفة ، وكان يتظاهر بالجهل وعدم المعرفة لكي يكتشف أبعاد

✓ الآخرين . كان البرقي احد المبشرين بالرسم المنظور الذي ابتدعه برونلشي Brunelleschi في مطلع القرن الخامس عشر ، وكان الغرض الأساسي من الرسم في نظر البرقي هو اظهار الأجسام بأبعادها الثلاثة على الورق المسطح ذي البعدين الأثنين ، ولذلك طالب جميع الرسامين بأن يكونوا على علم تام بالهندسة واستعمال الوسائل البصرية مثل Camera obscura في مسح الأراضي وكذلك استعمال الأشكال قائمة الزوايا لرسم المناظر الخارجية ، وأصبح مبدأ رسم الأشياء بأبعادها الثلاثة هو الموضوع الأساسي في عصر النهضة وذلك بفضل مجهود الفنانين امثال ماساتشيو Masaccio ، وبيرو دلا فرانسيسكا Piero della Francesca ومانتجنا



شكل (١٠٧)

كان الرسم المنظور Perspective احد الانجازات الكبرى الذي اكتشف فيه الفنان طريق العلم ، وفي القرنين السادس عشر والسابع عشر استخدمت اسسه مع الوسائل الميكانيكية في عمل لوحات معمارية دقيقة .

الصورة مأخوذة من Utriusque Cosmi مؤلفه Historia Oppenheim (١٦١٧ - ١٦١٩)



Mantegna . وعندما سمي ليوناردو دافنشي فن الرسم بالعلم لم يكن إلا مردداً  
الرأي السائد في ذلك الوقت ، وفي رسالته عن الرسم المنظور دون رأيه القاطع :  
« يتم علم الرسم بجميع ألوان سطوح الأجسام كما يتم بأشكالها من الداخل  
وكذلك مدى قربها أو بعدها عن العين ، ودرجة تصغيرها المطلوبة بالإضافة إلى أن  
هذا العلم هو بمثابة الأم للرسم المنظور أو علم الأشعة المرئية » وللدرد على هؤلاء  
الذين يحكمون على الرسم بأنه شبه آلي يقول ليوناردو في معارضته لأفلاطون :  
« يتطلب الفلك والعلوم الأخرى عمليات يدوية ولو أنها تبدأ عقلية كالرسم الذي  
يبدأ في أذهان المتأملين ولكن لا يمكن اتجاوزه بدون عمليات يدوية ، أن الأسس  
الحقيقية والعلمية للرسم ... يمكن ادراكها بالعقل وحده ولا تحتاج إلى عملية  
يدوية وتشمل علم الرسم الذي يبقى في عقول المتأملين ومنه يولد الخلق الحقيقي  
وهو اسمى بكثير من التأمل أو العلم الذي سبقه » .

### الطبيعة والانسان

عاصر عصر النهضة حركة الواقعية في الفن ، حيث تركزت الفنون  
الكلاسيكية والبيزنطية في عمل اشكال مثالية وانجازات تأثرية برموز تقليدية / وفي  
المصور الوسطى بدأت تزحف أمام الفنان أشياء من الطبيعة كالاشجار  
والحيوانات / أضافت النهضة نفس الواقعية في رسم الجسم البشري ، واستوجب  
ذلك الدقة المتناهية في دراسة الطبيعة والحيال والصخور والاشجار والأزهار  
والوحوش والطيور ، ومن هنا نشأ علم الجيولوجيا والتاريخ الطبيعي / ولم يصبح  
مصدرها الكذب أو المنطق / وأهم من هذه كله نشأة علم التشريح بحثاً عن طبيعة  
الحركة في الإنسان والتعبير / كان الفن في عصر النهضة أقل تأثيراً عما كان جوهرياً ،  
ولذلك نصح البرتي الرسامين بالاهتمام برسم العظام قبل تغطيتها باللحم  
 والملابس /

ذهب ليوناردو في تجاربه وتعاليمه إلى أبعد من هذا فانتقل من رسم الأشياء  
الساکنة إلى المتحركة وكذلك الحيوانات في حركتها وبذلك انتقل إلى علم وظائف  
الأعضاء والديناميكا ، وفي رسمه للرجال والحيوانات المتحركة إنما كان يعبر عن  
الروح أو الحياة التي تبعث الحركة / كل ذلك استدعى دراسة تفصيلية ومتعمقة  
للمخ البشري والأعضاء الداخلية ، ورسوم ليوناردو في هذه المواضيع لا يمكن  
محاكاتها / هذه الدراسة التشريحية الجديدة هي التي أهدت هارفي Harvey إلى

اكتشاف الدورة الدموية ، ولذلك يرجع الفضل في اكتشافها الى الفنانين بقدر ما هو للأطباء .

### الطب في عصر النهضة

من الأفضل ان نذكر هنا انجازات عصر النهضة من الدراسات البيولوجية والتي تركزت في العلوم الطبيعية / كانت كليات الطب بالجامعات الايطالية ابرز الكليات في اوروبا لتمييزها عن مثيلاتها في الدول الأخرى بعدم العمق والرجعية وبالأخص جامعة بادوا Padua فقد نالت كلية الطب التابعة لها منزلة رفيعة جذبت اليها اتبع العقول / وفي الحقيقة لم يتخذ ذلك مهنة الطب / فقد مرت قرون عديدة قبل معرفة الكثير عن الكيمياء وعلوم الحياة لتطبيق العلم ودخوله المعركة مع الأمراض ، ومع ذلك خدم هذا تطور العلوم الطبيعية .

لم يكن الأطباء الايطاليون وكذلك الأعداد الكبيرة من الطلبة الذين جاؤوا الى ايطاليا لدراسة الطب معزولين عن العالم ، فقد اختلطوا بحرية تامة مع الفنانين وعلماء الرياضة والفلك والمهندسين ، ولا شك ان كثيراً منهم مارسوا هذه التخصصات بأنفسهم فمثلاً كبرنيكس بجانب كونه ادارياً واقتصادياً تعلم الطب ومارسه / هذا الازدواج المهني هو الذي أعطى للطب الأوروبي وخاصة الايطالي ميزته الوصفية التشريحية والميكانيكية حيث شرح الجسم البشري كما استكشف وظائفه ووصفه بأنه آلة شديدة التعقيد ، وأصبح مصدر المعلومات عن الجسم البشري ووظائف الأعضاء ليس التخمين ولكن الملاحظات المباشرة والتجارب ، وبذلك اختفت الآراء القديمة ووسائل السحر الموروثة وحل محلها علوم جديدة مثل التشريح ووظائف الأعضاء والأمراض / نجد ملخصاً لهذا كله في المرجع العظيم *De Humani Corporis Fabrica* تركيب الجسم البشري ، مؤلفه Andreas Vasalius ويشمل اكمل وأعظم وصف لجميع اعضاء الجسم البشري ، ومع ذلك لم يذكر أي نقد للأشكال القديمة التي وضعها جالينوس Galen والتي كانت مرجعاً جيداً للتشريح عند بدء ظهور علم وظائف الأعضاء ، ومع ذلك فالمدرسة التي انشأها في جامعة بادوا عام ١٥٣٧ شاهدت تنابع عهود رجال التشريح ومنهم هارفي / أصبح فاسيليس طبيب الإمبراطور شارل الخامس الخاص ، أما منافسه فرانسيس الأول الفرنسي فعين جراحاً له يختلف عن فاسيليس في أمور كثيرة وهو امبرواز باري Ambroise Paré (١٥١٠ - ١٥٩٠) ، وكان آمياً يكتب بالفرنسية الدارجة ما يراه

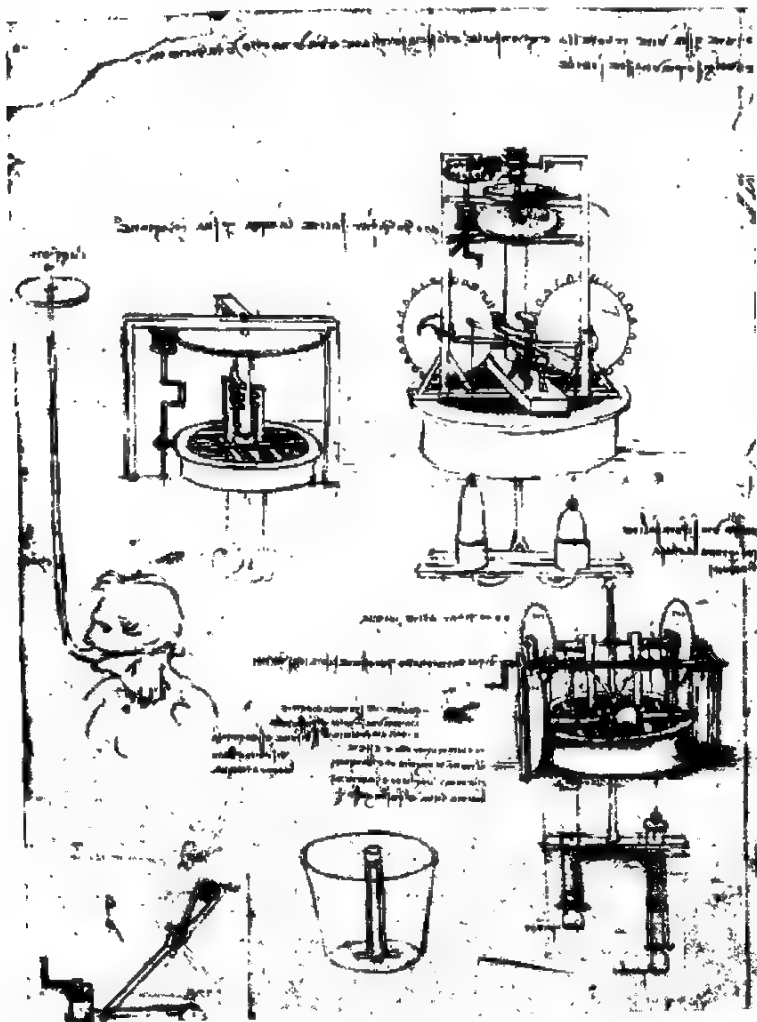


شكل (١٠٨)

عرف الكثير من المعلومات الطبية النظرية والعملية عن طريق الظروف القاسية للجراحة العسكرية . تبين للصورة المنشورة طريقة كي الجروح .

الصورة مأخوذة من Manual of Field Surgery دليل الجراحة الميدانية مؤلفه Hans Von

Gersdorff عام ١٥٩٣



شكل (١٠٩)

يذكر ليونارد بعبقريته القلة في اختراع الآلات وكذلك تصميمها . أما إذا كان بعضها أو كلها قد صنعت فلا أحد يستطيع الجرم بذلك ، ولكن الذي لا شك فيه هو خياله الحصب وعبقريته في الميكانيكا .

تبين الصورة المنشورة بعض تصميماته الخاصة بالمضخات المختلفة الأشكال .

بعينه وما يلمسه بيديه/ ومع ذلك فقد اوجد ثورة في طريقة علاج الجروح وخاصة الجروح الناتجة من اختراق الرصاص ، والتي اصبحت عادية جداً في الحروب المهلكة في ذلك الوقت .

المهندسون : ليونارد دافنشي Leonard Da Vinci

لم يحدث في عصر النهضة انفصال بين الفنان والمهندس المعماري والمهني الميكانيكي ، فأحياناً كان يستدعي الفنان ليشيد تمثالاً أو لبناء كنيسة أو تمجيد مستقيم أو بناء سور لمدينة وفي احيان اخرى كان الفنان يقدم نفسه لاميته متطوعاً لاتمام مثل هذه الأعمال ، وكان لا بد للحرفي الماهر ان يكون ملماً بخواص المواد وطرق استعمالها ، اما فنان عصر النهضة فكان لا بد وان يعرف كل هذا واكثر ، كان عليه ان يستعين في عمله بالهندسة والميكانيكا . وفي هذا الحقل كان ليونارد دافنشي عظيماً كما كان فناناً محباً للطبيعة ، حيث أظهر مهاراته الكبرى/ وفي تقديمه لنفسه لدوق ميلان ذكر العديد من الابتكارات الحربية التي يستطيع تنفيذها وفي النهاية اضاف : «وفي الرسم استطاع ان اعمل كأي فنان آخر» ١٦٨، ٣٣-٤ . وفي مذكراته أبان كيف اتقن عمليات التعدين ، وكيف اصبحت سيد الميكانيكا والقوى المائية ، أما اكبر انجازاته بالرغم من أنها انتهت إلى الفشل هي محاولة الطيران الميكانيكي/ وفي الحقيقة هو بحث هندسي ممتاز يجمع بين ملاحظاته على تحليق الطيور والعمليات الحسابية اللازمة ١٠٣-٤، ١٦٤ وتظهر ذروة اختراعاته التي لا حصر لها والتي استمدتها من الطواحين الدوارة ناحية ثانية من نواحي مأساة عبقرته/ فقد كان في استطاعته اختراع آلات لكل غرض تقريباً لو أن المال اللازم توافر لتصنيعها/ وبدون معرفة اسس الهندسة الاستاتيكية والديناميكية وكذلك المحرك الأول كالألة البخارية لم يستطع مهندس النهضة ان يتخطى حدوده التقليدية القديمة ، ولم يساهم كثيراً في تطوير الآلة.

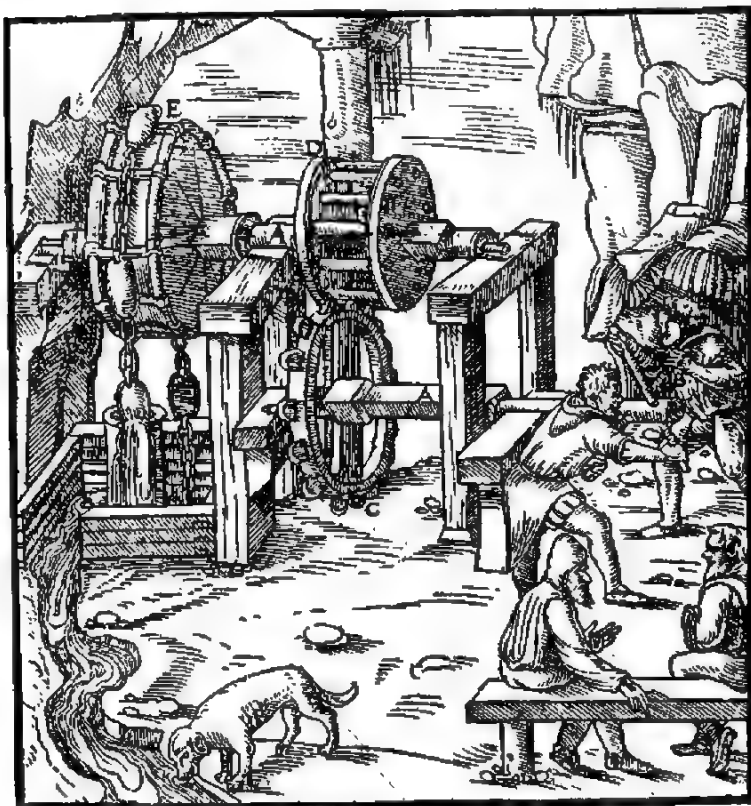
بين ليونارد دافنشي في حياته واعماله آمال وفشل عصر النهضة ٣٤-٤ .  
تدرب ليونارد لكي يكون رساماً ودفعته مواهبه الكثيرة ليكون تحت رعاية الحاكم في اعظم الفترات الفنية لاطاليا ، ولكنه لم يكن مقتنعاً بالرسم نفسه ، وأراد في نفس الوقت ان يفهم اسرار الكون وطبيعة الأشياء التي رسمها وكذلك الضوء الذي يرى به الأشياء ، ومن هنا نشأت دراساته على العدسات والتشريح

والحيوانات والنباتات والصخور ، وفي نفس الوقت تأثر شيئاً فشيئاً بأهمية الحركة والقوى المحركة ، ولكي يفهم حقيقة ما يجري ويضع افكاره موضع التنفيذ وضع نفسه في خدمة أقوى امراء ذلك العصر وهو لودوفيكو المورو Ludovico il Moro أمير ميلان ، ولكن شبح الحرب افسد عليه حياته فلم ينجز إلا القليل ، وبعد سقوط ميلان عام ١٤٩٩ اضطر ليونارد الى التجول بصحبة سيزار بورجيا Cesare Borgia فترة من الزمن ثم عمل في خدمة مدينة فلورنسا واخيراً في خدمة البابا . توفي ليونارد في المنفى متقاعداً في قصر فرنسيس الأول ملك فرنسا / جاهد ليونارد طيلة حياته ليتفهم خفايا الطبيعة واسرار المجتمع / وفي هذا المجال ساعده على ذلك عدم تلقيه أي تعاليم جامعية / فكان في حاجة ليتعلم كل شيء / ولنفس السبب لم يكن يمتلك القدرة على البحث المنظم ولا التفكير المنطقي ليتابع افكاره أو محاولة اقتناع أحد بها ، فلم يترك وراءه مدرسة تتابع اعماله ، وفي الحقيقة كان ليونارد ملهماً أكثر منه مرشداً .

#### التكنولوجيا في عصر النهضة

كان اكبر تقدم تكنولوجي في عصر النهضة ما اتصل بالتعدين ودراسة المعادن والكيمياء ، فقد أدت الحاجة الى استعمال المعادن الى سرعة البحث عنها في المناجم / حدث ذلك أولاً في وسط المانيا ثم في امريكا / وكانت المناجم الألمانية هي المحاضن لاستثمار رؤوس الأموال / وخلال العصور الوسطى كان التعدين في أيدي جماعات صغيرة من عمال المناجم المغامرين الذين قاموا بالتنقيب بأنفسهم وكانوا يدفعون الضرائب ليكونوا تحت حماية الملك أو الأمير خوفاً من نفوذ الاقطاعيين ٤-١٥٧ / ومع اتساع حركة التعدين اتحدت هذه الجماعات وكونوا الشركات التي كانت توزع الأرباح عليهم / وفي القرن الخامس عشر أصبحت ارباح التعدين في أيدي الممولين الذين كانوا يوفرون المال للصرف المتزايد على اعمال التعدين ، وعندما زادت المناجم عمقاً أصبحت المضخات وتروس الشد من الأشياء الأساسية في البحث عن المعادن / كان اجريكولا Agricola طبيباً متخصصاً في امراض المناجم ولكنه في نفس الوقت كان مساهماً في ملكية بعضها والتي كانت تدر المال الوفير / كان اجريكولا من مدينة بليبيرج Bleiberg ( جبل الرصاص ) بمقاطعة ساكسوني / كانت الخبرة المتحصلة من استعمال القوى المحركة والمضخات في المناجم هي حجر الزاوية في مجال الدراسات الميكانيكية والهيدروليكية وهي التي كانت لها التأثير المتضاعف على الثورة العلمية والصناعية ،

ومع تناقص عمليات التعدين في ألمانيا بسبب الثورات الدينية تشتت عمال المناجم والصناعات المعدنية الألمان في أوروبا وخاصة أسبانيا وانكلترا حيث زودوها بالأسس التكنولوجية التي كانت السبب في تراثهما بعد ذلك .



شكل (١١٠)

استعملت المضخات من كل نوع في عمليات البحث عن المعادن ، وفي الصورة مضخة تدار بجنزير من الحديد . والصورة منقولة من كتاب الفلاحة Agricola . عام ١٥٥٦

### / الكيمياء والكشف عن المعادن

كانت عملية صهر المعادن هي المدرسة الحقيقية للكيمياء ، وكانت عمليات

✓ التعدين التسعة مرتبطة باكتشاف خامات ومعادن جديدة كالزنك والبرموت والكوبلت والنيكل ، وكان لا بد من إيجاد طرق لفصل وتنقية المعادن ، وقد تم هذا خلال تجارب مريّة ، ولكن بهذه التجارب بدأت تتبلور النظريات الأساسية في علم الكيمياء ، التي شملت عمليات الأكسدة والاختزال والتقطير والاتحاد ، وتم ذلك في أول الأمر بخطى وطيّة ، ولدراسة الخام لمعرفة مقدار ما يحويه من معدن ثمين كانت تصهر عينة صغيرة معروفة الوزن وأصبحت هذه الطريقة هي أساس عمليات الكيمياء التحليلية .

✓ كان لاكتشاف المعادن الجديدة وخطتها تأثير فسيولوجي بعضه ضار والبعض الآخر مفيد ، فمثلاً كانت النساء في مناطق التعدين يستعملن الزرنيخ لتحسين لون بشرتهن ، وبدأت المركبات المعدنية تدخل في تركيب الأدوية بالرغم من تأثيرها الشديد على الجسم بدلاً من استعمال الأعشاب وخاصة بعد ما أثبت الزئبق تفوقه على الأعشاب في علاج مرض الزهري الخطير الذي جلبه بحارة كولمبس من أمريكا /

### ✓ باراسلسس Paracelsus وعقيدة الأرواح

اسمه الأصلي Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus وسمى نفسه باراسلسس ليبين تفوقه على سلسس Celsus الطبيب الذي كان متخصصاً في الطب القديم ، كان باراسلسس متحمساً فوق العادة لإنشاء مدرسة جديدة يدرس فيها الكيمياء مع الطب لتخريج أطباء على علم تام بعلم الكيمياء / كما قام بحرق كتب جالن Galen وابن سينا Avicenna ، أمام العامة في سوق باسل / وفي معارضته الشديدة لأراء جالن أعلن تفوق التجربة العملية على أي مستند أو مرجع / ولو ان باراسلسس قد مارس العمليات الكيميائية القديمة المنقولة عن العرب ورايموند لول Raymond Lull إلا انه كان قادراً على تحويلها وتغيير مسارها / فاضاف للمضادات القديمة وهي الكبريت والزئبق الملح المتعادل وبذلك اوجد Tri-Prima / وهي البدائل لعناصر أرسطو الأربعة ( ص ١٩٩ ) كأساس لعلم الكيمياء والذي سماه Spagyric وهي التي ابطلت الاهتمام بالبحث عن الذهب وحل محله البحث عن الصحة /

✓ وفي الحقيقة كانت علاقة باراسلسس بالكيمياء علاقة روحانية / اما عقيدته وهي سيطرة القوى الخفية على كل حركات الانسان فهي / احد المعتقدات القديمة /



التي ظهرت منذ العصر الحجري / وكانت هذه العقيدة مرتبطة بالحياة التي توجد في جسم الانسان منذ ولادته وتختفي عند مماته / وينعكس الاختلاف الكبير نحو هذه العقيدة في الأسماء العديدة لهذه القوى في اللغات الأخرى ومن هذه الأسماء : الحيوان / الوحي / الطموح / الألهام / الخيال / الروح / النفس . الخ . . . / كان الاعتقاد ان الهواء نفسه روح من الأرواح / وتفاعله مع الأجسام كما يبدو في فقاعات الهواء لدليل على تفاعل نشط / والعملية الكيميائية وهي التقطير هي في الحقيقة وسيلة للامساك بالأرواح الخفية التي تنشأ من غليان السائل ( ص ٢٢٢ ، ٦٢٠ ) / وتبعاً لنظرية جالن فعمليات الجسم البشري الفسيولوجية تتم بواسطة ارواح / فالروح الكامنة في الكبد تشرف على عمليات الهضم وعند تقابلها بنبضات القلب النشطة تنشأ الروح الحية التي تنتشر في الجسم بواسطة الشرايين ، وفي ثنايا المخ تهذب هذه الروح لتصبح الروح الحيوانية التي تمر في الأعصاب معطية الحركة لجميع اعضاء الجسم / ولو ان باراسلسس رفض آراء جالن إلا أنه كان متردداً في اعتناق مبدأ الأرواح وكان يصورها كأشباح أو عفاريت المناجم ، وهذه الأشباح هي التي تسيطر على جميع حركات الجسم الداخلية كالمعدة والكبد والقلب بمجرد ان تترك الملائكة الجسم المولود / وبالرغم من ذلك وبسبب التبعيدات في العمليات الكيميائية كانت البديهيّات الأسطورية وليست العقلانية والميكانيكية انجح الخطوات في تقدم علم الكيمياء الى ان قامت ثورة الكيمياء في القرن الثامن عشر / كان لباراسلسس المكان المعلن كمؤسس علم الكيمياء الحديث / ولو ان اشباحه في الكيمياء الحيوية الحديثة زادت بكثير عما كان يعتقد /

لم تكن الخامات المعدنية وحدها هي مصدر المعادن التي شغلت كيميائي عصر النهضة فبعضهم مثل برنارد بالسي Bernard Palissy ( ١٥١٠ - ١٥٩٠ ) درس انواع التربة بغرض الحصول على أوان فخارية مصقولة في وقت كان عمال الفخار في اوروىا قد بدأوا في الأخذ بالوسائل التي يستعملها عمال الفخار الفارسيون / ومضت فترة طويلة قبل ان يستطيعوا محاكات الخزف الصيني ومن العوامل الهامة في النهضة الاقتصادية استعمال مادة الشبة وهي مادة اساسية في صناعة المنسوجات والجلود / وقد درت تجارة الشبة على البابوات ثروات كبيرة حيث كانوا يحتكرونها وتم في ذلك الوقت تأسيس أول شركة كيمائية باسم Societas Aluminum عام ١٤٦٢ / ولسوء الحظ كانت الشبة التي يمتلكها البابوات مرتفعة الثمن / وكانت المحاولات للمضغظ على اصحاب الشركات بقبول

الأحتكار وتخويفهم بنار جهنم في الآخرة من الأسباب الرئيسية التي دفعتهم الى تأييد وتشجيع رجال الثورة والاصلاح / ومن وثيقة العفو المشهورة التي اعلنها البابا لبناء كنيسة بطرس الرسول والتي ادت الى قيام لوثر Luther بمناهضة البابوية في روما نجد ان من بين الجرائم القليلة التي لا يمكن غفرانها أو التسامح فيها تجارة الشبة أو التعامل مع مصادر منافسة .

حدث تطور كيمائي آخر في طريقة التقطير وكان هذا سريعاً بحيث لم يطرأ على الطريقة اي تغير جوهري حتى القرن الثامن عشر / انتشر تناول المشروبات الكحولية بدرجة كبيرة في اوروبا واثبت انها تلي البارود اهمية في اغراء البرابرة الجاهلة على بيع اراضيهم وحتى اجسادهم / وفي أواخر عصر النهضة تطور شكل العمل الكيمائي وما يحويه من افران وأنابيب وموازين بحيث اصبح لا يختلف كثيراً عما هو عليه الآن .

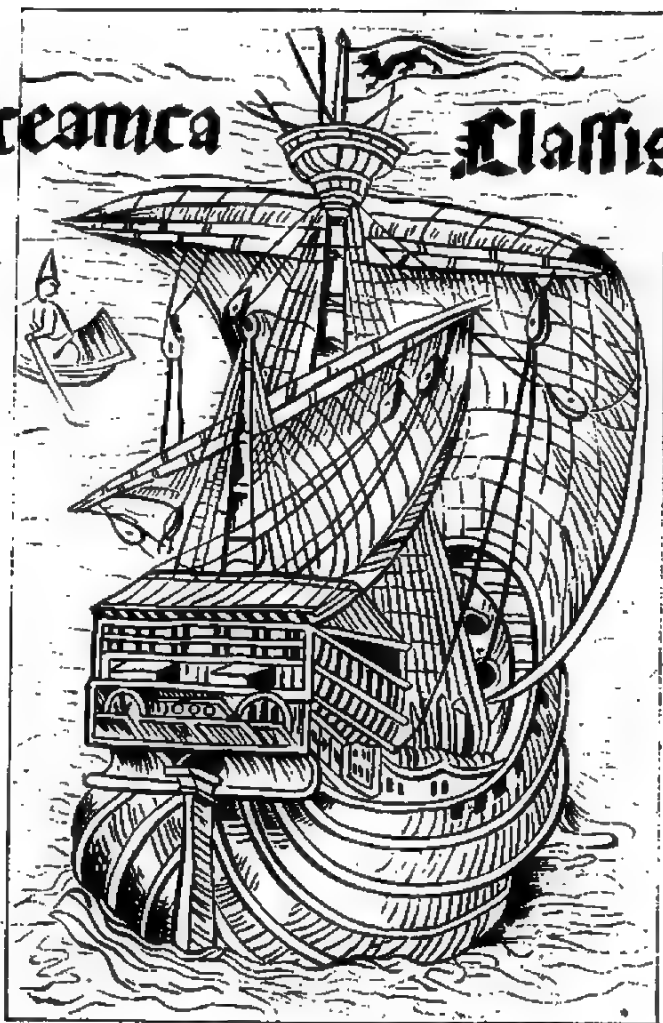
### ( ٧ - ٣ ) الملاحة والفلك

#### الرحلات والاكتشافات

يرجع بعض الفضل في التقدم الفني الذي حدث في عمليات البحث عن المعادن والتعدين إلى العلم ولو انه ادى الكثير من الخدمات في هذا المجال ، اما الفضل الأكبر فكان للرحلات الكبيرة التي فتحت أبواب العالم للأوروبيين لاستثمار اموالهم / كان هذا ثمرة أول تطبيق وجداني لعلمي الفلك والجغرافيا نحو المجد والثراء وكان طبيعياً أن تأخذ مدن البندقية وجنوا وفلورنسا ونورنبرج مكان الصدارة في هذا المجال العلمي بسبب تجارتها المتشعبة ، وكان هناك بعث وتطور في المعلومات الجغرافية المستفادة من تقارير الرحالة الاغريق القدماء امثال ماركو بولو Marco Polo وبربريكس Rubriquis في القرن الثالث عشر نتيجة الرحلات المتعددة في المحيطات ، وفي نفس الوقت ، تم تحسين طرق استخدام العلوم الفلكية في الملاحة على ايدي الايطاليين والالمان / التي أدت الى استخدام الجداول الفلكية في صورتها المبسطة الدقيقة ، وكذلك الخرائط المدوّنة عليها مختلف الطرق الملاحية .

اما الناحية العملية فكانت من نصيب البحارة البرتغاليين والاسبان الذين أضافوا الى مجهودات الصليبيين اكتشاف / مزارع قصب السكر وقيام تجارة الرقيق والذهب / اجتمعت النظريات العلمية والعملية وتطبيقاتها في بلاط الأمير الرحالة

# Oceanica Classis



(شكل ١١١)

كان من نتيجة رحلة كولبس عبر المحيط الأطلسي اكتشاف قارة جديدة ولو انه لم يكن يعرف ذلك / الصورة لمركب غالباً ما تكون سانتا ماريا وزنتها ١٠٠ طن ، والصورة مأخوذة من

نقش على الخشب منشورة في كتاب رسالة كريستوفر كولبس Epistola Crhistofor Columbi

عام ١٤٩٤ /

هنري (١٤١٥ - ١٤٦٠) في ساجرس Sagres حيث كان يجتمع الأخصائيون المغاربة والالمان والابطاليون لمناقشة رحلات جديدة مع القباطنة الذين كانوا يجوبون المحيطات/ وفي نفس الوقت قام بيوباك Peuback (١٤٢٣-١٤٦١) وتلميذه رجيمونتانس Regiomontanus (١٤٣٦-١٤٧٦) بمساعدة البرشت دورر Albricht Dorer بمراجعة الجداول الفلكية التي وضعها الفونسين Alphonsin في نورنبرج مستعينين بطريقة بطليموس الفلكية/ ولكنهم حاولوا تبسيط الرياضيات باستعمال حساب المثلثات لجيرسون/ وبذلك عادوا الى استعمال حسابات العرب مروراً بجميع المحاولات الرياضية في العصور المتوسطة./ اصبحت هذه الجداول والطرق الملاحية في خدمة الملاحين الذين يجوبون المحيطات مسلحين بجهاز جرسون Gerson's Cross-Staff وهو عبارة عن ساري ينتهي بحلقة نحاسية مقسمة الى اربعة اقسام متساوية/ وفي أواخر القرن الخامس عشر شجع احتكار الأتراك للتجارة في الشرق إيجاد طرق أخرى غير طريق البحر الأحمر للوصول الى المحيط الهندي وقد جادل الملاحون حول صلاحية احد الطريقتين:/ الطريق الأول الأكثر وضوحاً والذي يمكن تتبعه خطوة بخطوة،/ أما الطريق الآخر وهو حول افريقيا وهو الطريق المفضل لدى البرتغاليين وهو الطريق الذي سلكه فاسكو دي جاما Vasco do Gama عام ١٤٨٨ ولم يكن قد وصل في ذلك الوقت الى الهند الذي وصلها عام ١٤٩٧، وكان هناك أساطير تحكي بأن القرطاجيين قد وصلوا اليها وان هناك قطف جديد في هذا الطريق/

#### كرستوفر كولمبس والدنيا الجديدة Christopher Columbus

كان المشروع الثاني الذي ناقشه الفلكيون والجغرافيون أمثال فلورنتين Florentine وتوكسانلي Toxanelli (١٣٩٧ - ١٤٨٢) هو الأبحار غرباً عبر المحيط غير المطروق للوصول الى الصين القائمة في الطرف الآخر من العالم الكروي/ وكانت مناقشة مثل هذا المشروع تختلف اختلافاً جذرياً عن محاولة الأبحار مباشرة في هذا الاتجاه/ وفي خيال العامة يمكن ان تتم مثل هذه المخاطرة والأبحار دون عودة كما يمكن ان يسقط الإنسان عند وصوله الى حافة العالم لاخرى/ اما الشيء الذي لم يتوقعوه هو انهم ربما يلتقون في طريقهم بقارة جديدة، والرجل الذي كان مستعداً للمجازفة والقيام بالمحاولة هو صاحب القدر العظيم امير الملاحه واكثر المستكشفين حظاً كرسستوفر كولمبس/ وكان بعيداً كل البعد من أن يكون عالماً/ وكان لا يعلم إلا القليل عما هو مقدم عليه (٨١-٤). وكان ما

فعله كرسنوفر منشؤه الإلهام والشعور الداخلي الذي استطاع بهما أن يبحر عبر المحيط ويكتشف جزراً جديدة لم وكان مقدراً لسفينته كاسايا Cathaya أو كرسنوفر ( حاملة المسيح ) ان تكون صاحبة الرؤية رؤى سماء جديدة وارض جديدة لم كان ذلك شيئاً لا يمكن حدوثه أو التفكير فيه ، وكان من الصعب اتقائه حتى خلال القرن الخامس عشر عصر الحركات والمخاطرات لم وخلال عشر سنوات كان كولبس يبشر برأيه الجديد في أروقة ملوك البرتغال واسبانيا وانكلترا وفرنسا لم وكان يصدّم بالفشل مرة بعد أخرى لم وفي النهاية بالطرق المتتوية استطاع ان يحصل على تصريح بالسفر بمركب لا تزيد حمولته عن مائة طن ومركبين صغيرين يسيران بالمجاديف / ووعده بمنحه لقب ادميرال المحيط وامتيازات ملكية اذا استطاع اكتشاف اراضٍ جديدة . /

و الفارق بين الرحلات المتتابة للبرتغاليين حول افريقيا ومجازفات كولبس للابحار مباشرة عبر الأطلنطي هو نفسه الفارق بين التقدم الفني الذي اعتمد على المعتقدات القديمة والتطور العلمي المبني على البراهين التي استطاعت ان تقضي على هذه المعتقدات القديمة / ومهما كانت قيمة الالهامات والمشاعر الوجدانية التي دفعت كولبس ليقوم بمجازفته فقد كانت المساعدات التي تلقاها عظيمة الأثر لم فقد كان اساسها التقدير العلمي والتأكد من العودة وذلك بناءً على المعلومات المستقاة من النظريات العلمية . /

لم يعرف كولبس في وقت من الأوقات انه اكتشف قارة جديدة وان فلورنتين Florentine هو الذي اعطاها الاسم الجديد بعد اكتشافها بسنوات عديدة ، اما اميريغو Amerigo Vespuce صاحب ليوناردو فكان اكثر منه نجاحاً في تدوين اكتشافاته / وفي النهاية كان من حظ البرتغالي ماجلان Magellan الذي كان يعمل في خدمة الحكومة الاسبانية ان يثبت حقيقة هذا الكشف بامكانية الابحار حول العالم ولكن ماجلان لم يستطع اتمام رحلته حيث قتل في الفيليبين وكان عبيد الملاوي هو أول رجل يرجع الى وطنه بعد ابحاره حول العالم . /

### الأثر الاقتصادي والعلمي

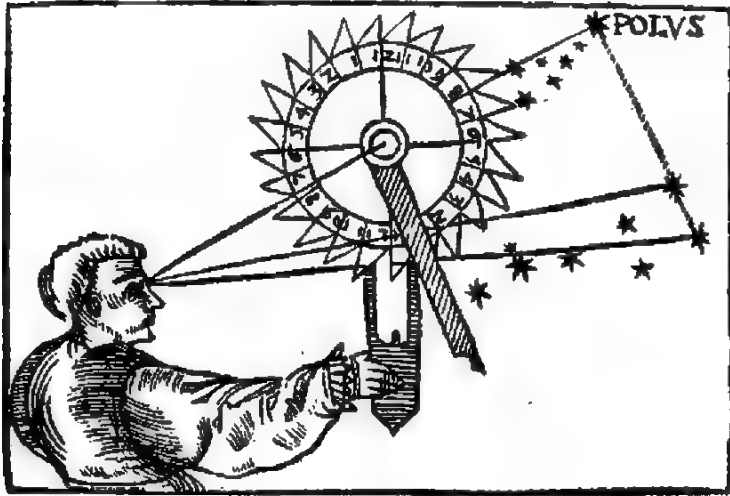
كانت الآثار الاقتصادية للنشاط الملاحي الكبير سريعة ومباشرة لم وكان للطرق البحرية القصيرة التي كان يستخدمها العرب والآثراك وكذلك التجارة بين البلدان المختلفة والتي اثرتهم كثيراً اكبر الفوائد على البرتغاليين بينما اضررت كثيراً

بـالفينيسين ( أهل البندقية ) ، ومن ناحية أخرى در استغلال المناجم وتسخير العبيد الأفريقيين في مزارع القصب والذخان الأمريكية دخولاً كبيرة / وثابتة لاسبانية والقوى الاستعمارية الأخرى / وبسبب النظام الاقتصادي الأسباني الرجعي لم تبق هذه الثروات طويلاً داخل هذه البلاد لأن استغلال هذه المناجم وممارسة التجارة كان في أيدي الغريباء الذين كانوا سبب انعاش الصناعات التي قامت في كل من هولندا وانكلترا / اما اثر الملاحة على العلم فكان قطعاً / وبمنجاح الرحلات البحرية زاد الطلب على بناء السفن والمزيد من الرحلات / وبذلك ظهرت طبقة من المفكرين والحرفيين المهرة في صناعة البوصلات وعمل الخرائط الملاحية وغيرها من المعدات اللازمة للملاحة / وكان هذا بدء قيام الثورة الشعبية التي أتاحت للشباب الذكي من كل الطبقات مجالات جديدة للكسب واكتساب الخبرات / ومن هنا بدأت تنتشر مدارس الملاحة في البرتغال واسبانيا وانكلترا وهولندا وفرنسا / وأصبح لحركات النجوم في السماء قيمة مادية / أما علم الفلك فأصبح له شأن ولا خوف عليه من ان يهمل كما أهمل علم التنجيم وبطل الأخذ بما ينادي به /

وفي نفس الوقت كان اكتشاف المدينة القديمة الغنية في آسيا وكذلك اكتشاف القارة الأمريكية الجديدة بما فيها من ثروات ومنتجات السبب في ان تحول العالم القديم الى شبه مقاطعة صغيرة كما امد الرجال بالمعرفة التي أوضحت لهم انهم قد انجزوا أشياء جديدة لم يكن في استطاعة القدماء حتى التفكير فيها / وأصبح المجال الجديد للملاحة في حاجة لوسائل جديدة لكي تشرح المشاهدات والاستنتاجات ، وفي الحقيقة فمقت الملاحة لها طريقاً بين المفكرين كما شقت طريقاً آخر في المجال الأرضي / وحتى مؤسسو عصر النهضة كانوا يأملون ويعملون لايجاد عصر جديد / وعندما جاء منتصف القرن السادس عشر شعروا بأنهم قد انجزوا عملهم /

كان رجل الأنسانية جين فرنل Jean Fernel الطبيب الخاص للملك فرنسا أول من استطاع قياس زاوية السم ( درجة انحراف الهاجري Meridian ) وان يعبر عن الروح الجديدة في كتابه حوار Dialogue ، عام ١٥٣٠ ، وفي هذا المجال يقول / ما الذي كان يستفيدة كبار السن منا والذين سبقونا لو اتبعوا نفس الطريق الذي سلكه الأقدمون / بالعكس فمن المفيد لحكمائنا السير في طرق جديدة وان يستعملوا وسائل جديدة متطورة وعليهم عدم الأصغاء الى صوت الحاقدين أو التأثير

بالثقافة القديمة أو الخوف من نفوذ اصحاب السلطة الذين يعملون على منع من يستطيع المجاهرة بآرائه الجديدة / بهذه الطريقة ، يستطيع كل جيل ان يبرز انتجازاته من الفنون والعلوم الجديدة ، وبهذا استطاع جيلنا ان يرى نهضتى الفن والعلم بعد اغماء استمرت اثني عشر قرناً / واليوم بلغ الفن والعلم أوجهما. وفاقا ما كانا عليه في العصور القديمة ، ولذلك لا يحتاج هذا الجيل بأي صورة من الصور ان يزدري من نفسه أو يتباكى على معلومات القدماء / ان جيلنا قد اتم اشياء لم يحلم بها الأقدمون / فالمحيط قد عبره ملاحونا البواسل كما كشفوا جزراً جديدة ، أما الهند فقد افشوا اسرارها والقارة الجديدة امريكا التي لم تكن معروفة لأجدادنا أصبحت معروفة « / وفي كل هذه الانجازات وخاصة ما يختص بالفلك ساهم في تطويرها كل من افلاطون وارسطو كما اضاف بطليموس الكثير اليها ، ومع ذلك اذا قدر ان يعود أحد هؤلاء الى الحياة اليوم سيرى ان الجغرافيا قد تغيرت معتقداتها وان المستكشفين اعطونا كوكباً جديداً ١٧٠١٣٢-١٧



شكل (١١٢)

كان من الضروري للبحارة ان يعرفوا الوقت وخاصة بالليل فاعتمدوا جهازاً يعمل في الليل باستعانة النجم القطبي .



شكل (١١٣)

نيقولا كوبرنيكوس Nicholas Copernicus (١٤٧٣ - ١٥٤٣) الصورة تينيه وفي يده  
زهرة من زهور الحقل والصورة من أصلق صوره .

ثورة كوبرنيكوس Nicholas Copernicus ✓

من المؤكد ان نظرية كوبرنيكوس كانت ثورة في مجالي الفلك والجغرافيا



المرتبطين ارتباطاً وثيقاً ، فقد احدثت تغيراً جذرياً في الآراء والمعتقدات القديمة ، وملخص هذه النظرية ان الأرض تدور حول الشمس الثابتة / وكانت العمليات الوصفية للفلك هي العمليات العلمية الوحيدة في ذلك الوقت / والتي اكتملت لها الملاحظات والحلول الحسابية الدقيقة التي أدت الى طرح الفروض الواضحة والتي يمكن اثباتها بالوسائل الرياضية / وكما ذكرنا أصبح الفلك مركزاً لإعادة النظر في المعتقدات التي كانت تعتمد على التخمين / كان يمكن ألا تؤدي هذه الجهود الى تقدم جذري / فقد كان هناك فلكيون محترفون امثال يورباك Peurbach (1423-1461) ورجيومونتانس Regiomontanus (1436-1476) غير مؤمنين بالنظرية الحديثة وكانوا مقتنعين بالتقدم البسيط الذي طرأ على النظريات الفلكية القديمة / ومع ذلك يرجع الفضل اليهم الى روح النهضة والى محاولة البحث عن الأصول الاغريقية التي اصبحت اساساً للعلوم الفلكية الحديثة / كان يورباك يعمل في خدمة الكاردينال بساريون Pessarion (1400-1472) البيزنطي وكان مكلفاً من قبل البابا لاصلاح التقويم المستعمل في ذلك الوقت /

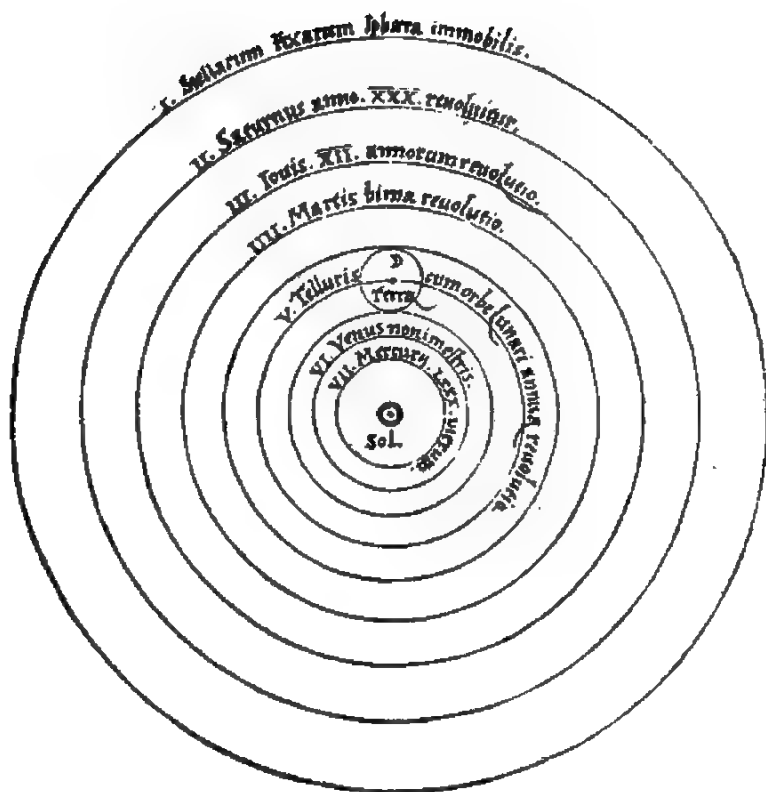
والذي اضافهُ كوبرنيكوس هو الروح الجديدة في المناقشة والتذوق الجمالي والأفهام ونشر الآراء الجديدة التي تنصر رأياً على آخر / فكما رأينا ان فكرة دوران الأرض حول الشمس كانت جديدة ترجع الى معتقدات الاغريق القديمة وقد ذكرها ارستارخوس Aristarchus في القرن الثالث عشر / وبقيت هذه الفكرة دائماً بديلاً للمعتقدات القديمة - ولو انها كانت مستبعدة غير مقبولة - وكان الاعتقاد أن الأرض ثابتة بينما الشمس والأقمار والنجوم هي التي تدور حولها / إن الشجاعة كالعلم مطلوبة احياناً لتقضى الادراكات البدئية / والرجل الذي كان يستطيع ان يهاجر بذلك بكل قواه هو كوبرنيكوس / فقد كانت له العزيمة القوية والشجاعة الكافية لاعلان ذلك ومعارضته للقديم ٤-١٠، ١١ /

/ ولد كوبرنيكوس في مدينة تورون ببولندا عام ١٤٧٣ ودرس الفلك في جامعة خاركوف ببولونيا وتخصص في دراسة الطب بجامعة بادوا والقانون في جامعة فروينبيرج / ولما كانت هذه المدينة واقعة في الأرض المتنازع عليها بين النبلاء الالمانيين وبولندا فقد امضى وقتاً طويلاً في الحروب والأعمال الحكومية الادارية ، ولكن كان اهتمامه بالفلك شديداً فخصص معظم اوقات فراغه في محاولة ايجاد صورة حقيقية للسموات والتي سجلها في صورتها النهائية في كتابه « دورة الأجرام السماوية » والذي تم طبعه في السنة التي توفي فيها عام ١٥٤٣ ، وللأسف لم ير

النسخة الأولى من هذا الكتاب إلا يوم وفاته / أثبت كوبرنيكوس في هذا الكتاب ان الأرض تدور حول نفسها / وان القمر يدور حول الأرض وأن الأرض والقمر والكواكب الأخرى كلها تدور حول الشمس /، وبين بالتفصيل ان هذه النظرية يمكن تفسير جميع المظاهر الفلكية \* (٢) / وفي الحقيقة ان الأدلة التي تؤكد صحة نظرية كوبرنيكوس كان أساسها التدقيق الفلسفي / وفي حديثه عن تمركز الشمس في المنظومة السماوية قال « اعتقد انه من السهل علينا ان نعتقد هذا من أن نعقد الأمور بأن نتصور وجود عدد كبير من المسارات كما يعتقد الذين يؤمنون بتمركز الأرض في وسط هذا الكون / وبهذا نكون قد طبقنا قوانين الطبيعة التي لا تعمل شيئاً هباءً أو زائداً عن الحاجة ، وهي عادة ما تفضل ان تمنح الشيء الذي له آثار عديدة » ١٢٨٤ ، وبعد ان وصف الأفلاك واحداً بعد الآخر قال « في الوسط تجلس الشمس على عرشها ومن معبدها المنير تشع نورها على الكون كله ، ومن الحكمة ان نسميها بالمصباح المنير أو العقل المدبر أو حاكم الكون وسماها Trismegistus بالإله المنظور أما الكترا Electra فسمائها المثرية لكل الناس / تتمركز الشمس في وسط الكون وتجلس على العرش الملكي ترعى اطفالها الكواكب التي تدور حولها / أما القمر فيدور حول الأرض وكما قال أرسطو في كتابه de Animalibus « للقمر علاقة وثيقة بالأرض أما الشمس والأرض فيتزواجهما تجبل الأرض وتلد مولوداً كلياً عام » / وهنا نرى تراجعاً الى المعتقدات السحرية القديمة عن الكون وتمجيدها للملك العظيم الشمس /

أخذت نظرية كوبرنيكوس عن المجموعة الشمسية بعض الوقت ليكون لها الأثر المباشر على المعتقدات القديمة / ولقد آمن بها بعض الفلكيين كوسيلة لتصحيح حساباتهم / وفي عام ١٥٥١ تم اعداد الجداول الفلكية الفارسية معتمدة على نظرية كوبرنيكوس / أما البعض الآخر فكان ايمانهم بها حقيقياً / كان من الصعب حتى على المثقفين ان يتأثروا بنظرية كوبرنيكوس لصعوبة ادراكها وتصور دوران الأرض دون ان تحدث رياحاً عاتية او انحرافاً في الاجسام عند سقوطها ، واخيراً تم رفض المعتقدات القديمة على يدي جاليليو /

كان مجرد الاعتقاد بنظرية كوبرنيكوس واتساع الكون وأن الأرض تشغل جزءاً صغيراً منه هدماً للصورة القديمة له التي تصوره على هيئة مدارات مقفلة شفاقة خلقتها الله وأدام حركتها واذا كان هناك عوالم أخرى على هذه الأرض أفلا يمكن ان يكون هناك مثله في السماء ؟ كانت هذه هي الهرطقة التي من اجلها فقد برونو Bruno حياته . /



شكل (١١٤)

نظام كوبرنيكوس للمجموعة الشمسية . هذا النقش على الخشب البدائي التفكير بين النظرية الثورية للدوران الأرض قبل عصر النهضة ، ويبين هذا الرسم الكون على هيئة مدارات مركزية ومركزها ليس الأرض فقد نزعها رجل من عرشها . الصورة مأخوذة من كتاب نيكولاس كوبرنيكوس « دورة الاجرام السماوية » .

#### انجازات عصر النهضة

كانت المرحلة الأولى للثورة العلمية مرحلة هدم للآراء والمعتقدات القديمة وسط شعاع مضيء وهو نظرية كوبرنيكوس ، ولم تكن هذه النظرية هي الوحيدة



شكل (١١٥)

تختلف الأدوات الهندسية التي استخدمت في البناء أثناء القرن السادس عشر عنها في العهود السابقة حيث استخدمت الكتل الخشبية والحبال والرافعات وغيرها من الوسائل للحصول على المزايا الميكانيكية / الصورة مأخوذة من كتاب لمؤلفه جاك بسون Jacques Besson .

المضيئة بل كانت هناك نظريات أخرى في التشريح والكيمياء التي أثبتت عدم صحة  
المعتقدات القديمة وعدم الاقتناع بطرق التفكير فيها / وإذا كان رجال الإصلاح قد  
وجدوا الحلول لبعض المشاكل التي اعترضتهم فإنهم على الأقل افسحوا الطريق  
لايجاد الحلول لبقية المشاكل وكذلك الكفاح ضد الآراء والمعتقدات في المجهود  
التالية /

وفي مجال العلم تميز عصر النهضة بأنه عصر الانجازات الفاعمة ، ففيه  
تضاءلت المحاولات العلمية القليلة التي تمت في العصور الوسطى لصعوبة اثباتها  
عملياً ، اما انجازات ملاحي عصر النهضة فقد اثبتت جدواها وفاعليتها واعطت  
ما كان مطلوباً وضرورياً وهو الأمن وتطور العمليات التطبيقية / كان مجال الملاحه  
في حاجة الى المعلومات الفلكية والبحرية ولذلك استمر الأخذ بكل ما كان يتعلق  
بهذه المواضيع من معلومات الأجيال السابقة سواء في التنجيم أو التقويم وكان لا بد  
للعلوم الميكانيكية والديناميكية من مقومات خاصة في مجال تطوير الآلات مثل  
المدفعية / ومنذ ذلك التاريخ اصبح العلم في مأمن لضرورته الحيوية لجميع  
المشروعات المربحة سواء في السلم أو في الحرب ، وبعد ذلك امكن للعلم من ان  
يقدم خدماته للصناعة والزراعة والطب / أما الأهمية الكبرى لعصر النهضة فكانت  
تلك التي سجلت أول خروج على قواعد الاقتصاد والسياسة والآراء التي سادت  
اقطاعية القرون الوسطى / ومن ناحية أخرى كان ضروريا ان تستمر معظم  
الاعمال الانشائية في تطورها دون الرجوع الى الخلف / اما العلم فبدأ بنقش طابعه  
على تاريخ البشرية ٢-٦٠٩ /

## (٧ - ٤) المرحلة الثانية

العلم خلال الفترة البرجوازية الأولى (١٥٤٠ - ١٦٥٠)

ليس للفترة ما بين عام ١٥٤٠ - ١٦٥٠ اسم تعرف به في التاريخ فقد سماها  
البعض النهضة المضادة Counter Renaissance ويفهم من هذا الاسم أنه حدث  
تفاعل كبير جداً ضد المرحلة الأولى ولكن هذا غير صحيح ، ففي الحقيقة تشمل  
هذه المرحلة محاولات مناهضة للإصلاح مع شيوع الطابع الباروكي Baroque  
( زخرفة معقدة ) اما ملامح هذه المرحلة الواضحة فهي الحروب الدينية العديدة  
التي انتشرت في فرنسا ( ١٥٦٠ - ١٥٩٨ ) وفي الأراضي الواطنة ( ١٥٧٢ -  
١٦٠٩ ) وفي ألمانيا ( ١٦١٨ - ١٦٤٨ ) والتي أدت الى قيام اتحاد الولايات الهولندية

والكومونولث البريطاني عام ١٦٤٩ ، وكان لهذين الحدثين اثر كبير فهما يشيران الى انتصار السياسة البرجوازية الجديدة في هاتين المملكتين وفيهما تركزت معظم تجارة وصناعة العالم /.

وفي مجال العلم تشمل هذه المرحلة أول الانتصارات العلمية وهو اعتناق مبدأ الملاحظة المبنية على التجربة وبدء انتشار نظرية كوبرنيكوس عن المجموعة الشمسية بالرغم من معارضة الكنيسة حتى جاء جاليليو فثبت اقدامها /.

تشمل هذه المرحلة أعمال جلبرت Gilbert الذي وصف الأرض بالمغناطيس الكبير عام ١٦٠٠ وكذلك اكتشاف هارفي Harvey للدورة الدموية عام ١٦٢٨ وعاصرت أيضا أول استعمال للتليسكوب والميكروسكوب / اما في الاقتصاد فلقد عاصرت هذه المرحلة بلوغ الملاحة ذروتها حيث شملت التجارة الخارجية وكذلك التجارة الداخلية بين الدول الأوروبية / تميزت هذه المرحلة أيضا بارتفاع كبير في الأسعار نتيجة انسياب الفضة الأمريكية وانهار الاقطاع في غرب أوروبا وخاصة في هولندا وانكلترا وزيادة البطالة وانخفاض في الأجور مما سبب انخفاض تكاليف الانتاج واتساع الأسواق مع زيادة الطلب على القوى العاملة / كل هذا أوجد ثراء غير متوقع ولا مألوف هؤلاء التجار وأصحاب المصانع الذين كانوا يعبرون المحيط في رحلاتهم واستطاعوا جلب موارد كثيرة وإيجاد أسواق عديدة (١٤٠٥-١٤٠٤) من ناحية أخرى كان من نتيجة اكتشاف طرق جديدة للملاحة ونشوب الحروب اثر مدمر على اقتصاديات المانيا التي كانت اكثر دول أوروبا تطوراً في أوائل القرن السادس عشر / ١٥٠٠

كانت خسارة دول وسط أوروبا اكبر بكثير من الدول الأخرى / اما مركز التجارة الأوروبي بل العالمي الجديد فانتقل الى البلدان المحيطة ببحر الشمال أولاً في هولندا ثم انكلترا ثم شمال فرنسا / هناك في هذه الدول وعلى عكس الدول البحرية كاسبانيا والبرتغال حيث استمر النظام الاقطاعي تضامنت الصناعة مع التجارة ولذلك هاجر الفنيون الألمان والإيطاليون وانتشروا في الدول الشمالية ناشرين فيها منجزات النهضة الفنية والآلية / وفي نفس الوقت زاد الطلب على القمح لتغذية الأعداد المتزايدة من سكان هولندا وانكلترا / وكذلك القنب والخشب والقار والحديد لبناء السفن مما احيا اقتصاديات دول بحر البلطيق / كالدانيمارك والسويد وبولندا وروسيا التي بدأت في الظهور كقوى مستقلة /.

كان المتصفون الأصليون في هذه المرحلة الثانية للثورة الاقتصادية هم التجار الهولنديين والانكليز الذين كانت تساندهم عمليات الزراعة وصيد الأسماك المتعشة / جلبت هذه الثروات القوة للبرجوازيين ولكن ذلك لم يكن سهلاً فقد تم ذلك نتيجة سنوات عديدة من الصراعات والحروب ضد الملوك والأمراء في اسبانيا وفي انكلترا الذين ايقنوا انهم لا يستطيعون حكم رعاياهم تحت ظل النظام الأقطاعي دون المشاركة في الأرباح / تبدو الأسباب الظاهرة لهذا الصراع دينية ولكن على الأقل كانت هذه الأسباب مبرراً للافتناع بأن الحركات البرجوازية السياسية والاقتصادية الجديدة تميل الى معتقدات كالفرن Calvin أكثر من ميلها الى معتقدات الكنيسة الكاثوليكية أو البروتستانتية . /

### تطور التكنولوجيا /

كانت هذه المرحلة مرحلة تطور مستمر في معدل وطبيعة الأعمال الفنية دون أي ابتكارات ثورية ميزت الجهود السابقة واللاحقة ، وكانت الزراعة لا زالت المهنة السائدة ، أما الصناعة وخاصة صناعة الملابس الصوفية فكانت أهم الصناعات ، أما التطور الحقيقي فكان في مجال الهواء ، وفي هذه المرحلة تطورت صناعة السفن ومعها الملاحة / ومع ازدهار التجارة وخفض مصاريف النقل البحري ازدادت الطبقة البرجوازية ثراءً وأصبحت الأشياء الكمالية كالحرير والزجاج من الضروريات بينما ظهرت في اسواق أوروبا منتجات الشرق والغرب كالقطن والصيني والككاو والدخان . / وفي هولندا والفلاندر بدأ فن الرسم في حجر الكنيسة وقصور النبلاء وأصبح يخدم عامة الشعب في طعامهم وشرابهم وهوهم ، وفي هذا الوقت تم للمهولنديين وضع مقاييس الحياة البرجوازية في المدن والريف كما استثمرت الأموال في الحداثات والحقول . /

### القرن العالي والحديد الزهر /

حدث في هذه المرحلة تطور هام غير متظر في صناعة المنتجات الحديدية ومشتقاته / وكانت هذه الصناعة قد اكتملت في أوروبا منذ القرن الرابع عشر ، وبدأ هذا التطور يحدث آثاره القوية والقاطعة / عرف الحديد الزهر في الصين منذ القرن الأول قبل الميلاد ، أما ظهوره في أوروبا فكان مستقلاً تماماً ، / وكان انتاجه نموذجاً للتغير الجوهري الذي حدث عند تغير طريقة العمل / فعند ثلاثة آلاف سنة كان الحديد يجهز بطريقة الاختزال مع الفحم تحت درجة حرارة /

منخفضة في أفران صهر صغيرة ثم يترك الحديد على هيئة كتل رخوة، وخلال العصور الوسطى كبرت هذه الأفران واستخدمت مضخات للهواء وأخيراً القوى الهيدروليكية لدفع الهواء في الأفران ، وحدث أن ارتفعت درجة حرارة الفرن كثيراً فإذا بالحديد ينصهر ويتحول من حديد قابل للطرق إلى حديد خشن غير قابل للطرق. ١٤٤-١٤٤ وفي حوض الرين في القرن الرابع عشر جاءت فكرة انسياب الحديد على الأرض أمام الفرن في حفرة والتي أصبحت الخزيرة Sow حيث يتجمع الحديد الخام ( الغفل ) ، وفي الأصل كان التحسن في الحديد الغفل صعباً ومطياً ولكن عند انتشار طريقة صناعته الجديدة استبدلت الأفران المستعملة بالأفران العالية ، وفي أواخر القرن السادس عشر أصبح إنتاج الحديد يقاس بالأطنان وليس بالكيلوات ٢-٥ وبذلك قلت الحاجة إلى استعمال الحديد العالي الثمن في العمليات الفنية ، ولكن ظهر عائق جديد سببه نقص في كميات الفحم الحجري اللازمة لصهر خام الحديد ، وفي نفس الوقت فقدت المناطق القديمة لإنتاج الفحم مثل ويلزم في سسكس زعامتها وانتقلت إلى السويد وروسيا لوفرة إنتاجها للخشب والحديد وهما سبب انتعاش اقتصادياتها في مجالي السلم والحرب ووصولها إلى المستوى العالمي / بمجرد استعمال البرونز في صناعة الأجراس بدأ استعماله في صناعة المعدات الحربية وخاصة المدافع، وقد نالت انكلترا شهرة عالمية في صناعتها وراجت تجارتها بين ممالك العالم / أما المدافع التي كانت تستعملها المراكب الأسبانية والجزائرية فأغلب الظن أنها صنعت بعيداً عن سسكس ١٤٤-١٤٤ /

فوائد الفحم

كان نقص كميات الخشب اللازمة لصهر الحديد أحد الأسباب العديدة لأزمة الخشب التي أثرت على اقتصاديات هولندا وانكلترا في أواخر القرن السادس عشر / ومن ناحية أخرى كان لنجاح الأعمال التجارية السبب في زيادة الطلب على الخشب لبناء السفن والمساكن وصناعة الملح والصابون بجانب الاستهلاك المنزلي بدرجة تفوق ما تمده الغايات المحلية / ولقد أمكن سد بعض الفراغ باستيراد جزء من الخشب المطلوب من الممالك المجاورة ولكن ذلك لم يكن كافياً / وكان الحل هو استعمال الفحم المكتشف منذ العصر الروماني في اسكتلندا ونورثمبريا Northimbria ، وكان يصدر إلى أوروبا والممالك الأخرى في العصور الوسطى ،



وبالرغم من قذارة الفحم والقوانين التي تحرم استعماله فقد استخدمه العامة كوقود . /

كلما ارتفع ثمن الخشب زاد الطلب على الفحم فارتفع انتاجه بسرعة / ففي السنوات من ١٥٦٤ الى ١٦٣٤ زاد انتاج الفحم في نيوكسل أربع عشرة مرة قبل نصف مليون طن سنوياً تقريباً / ونتيجة لذلك بذلت مجهودات فنية جديدة لتحسين عمليات الحصول عليه من مناجم عميقة / وأدى ذلك الى استخدام اجهزة حديثة كانت تستعمل في مناجم المعادن في اوروبا وخاصة المضخات كما اقيمت السكك الحديدية لنقل الفحم من المناجم / وفي الحقيقة حل الفحم ازمة الوقود المتكررة والتي دفعت بالمدينة خطوات الى الامام ونجت الغابات من القضاء عليها / ومنذ ذلك التاريخ انتقل مركز الصناعة ومعه مركز المدينة الى مناطق استخراج الفحم وبقي هناك اربعمئة عام على الأقل / وكان هذا هو السبب الحقيقي لسيادة انكلترا في عالم الصناعة / وفي وصفه ليوركشير قال ثاقب الفكر دانيال ديفو Daniel Defoe « هكذا كان جمال الطبيعة لهذا القطر الذي لم ار له مثيلاً في أي منطقة من مناطق انكلترا وكما اعتقد لا يوجد له مثيل في انحاء العالم / وفي هذا القطر يوجد شيان اساسيان اوجدهما الله لمصلحة السكان ورفاهيتهم واعني / بهما الفحم والمياه المناسبة من قمم التلال / ولا شك ان تلك النعم هي من صنع العناية الالهية الذكية التي اوجدها الله سبحانه وتعالى لخدمة الصناعة والتي بدونها لا تقوم لما قائمة ولا تستطيع الاستمرار / وبدون الصناعة لا يستطيع حتى خمس عدد السكان العيش / حيث ان موارد الزراعة فيها لا تكفي حاجة السكان » /

لم تستطع الابتكارات الفنية ولا استعمال الوسائل العلمية الوصول بالصناعة في أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر - والتي سميت بالثورة الأولى للصناعة - الى ما وصلت اليه في القرن الثامن عشر والتي سميت حقاً بالثورة الكبرى للصناعة / ومع ذلك نرى ان الابتكارات الفنية في صناعة القرنين السادس والسابع عشر كانت البداية لثورة القرن الثامن عشر / وقبل ذلك التاريخ كان من الممكن تصور الانتقال من استعمال الخشب الى الحديد ومن استعمال القوى المائية الى البخارية / اما الان فاصبح هذا الانتقال ممكناً وضرورياً / كان من نتيجة الطلب المتزايد على المواد الأولية المحدودة الحجم قيام الثورة الصناعية والبحث عن موارد جديدة ووسائل فنية حديثة /

كان نفس الضغط المتزايد السابق ذكره على المواد الأولية السبب في تغيير المواقف تجاه كل شيء جديد ، وبمجرد أن أصبح الكسب حلالاً وأصبحت تجارة الحديد تجلب الثراء كان من الضروري احتضان الحديد بدلاً من تمناشه ، وفي الحقيقة كانت هذه التجارة مصدراً لظهور الأفكار المبدعة والتي أرجع إليها الأستاذ بترفيلد Butterfield مولد العلم الحديث<sup>١-٤</sup> . / عاصر نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر مولد جيل المخططين والذي سمي بعد ذلك بجيل المخترعين / لم يكتب هؤلاء الرجال بالكلام كما فعل روجر باكون Roger Bacon عن الآلات الجديدة ولكن عرضوا تصميمها ، وفي بعض الحالات قاموا أيضاً بتصنيعها ٤- ١٤٩ .

ومن هؤلاء كورنيليس دريبيل Cornelius Drebbel (١٥٧٢ - ١٦٣٤) الذي اخترع غواصة وعرضها في نهر التيمس وسيمون ستورتيفانت ذو الوجه الحزين الذي لا ينسى وكان قسيساً شاذ الطباع متطوعاً الى اعل ، جاء في مقدمة كتابه « ان عمليات الصهر واستعمال الحديد الصلب وغيره من المعادن مع الفحم لا بد وان تصون غابات واخشاب بلادنا » / اما سر شهرة ستورتيفانت وكيف احتل هذا المركز الرفيع فلا احد يعلم ، ولكنه ترك لنا ثروة غنية من الابتكارات الفنية والنظم الاقتصادية وكان ذلك قبل بزوغ عصر الصناعة الجديد / ومن دراسات ستورتيفانت الاستقصاء Heurctica ومعناه دراسة كيفية القيام بالبحث عن الحديد والحكم على القديم ، وفي هذا الموضوع قسم البحث الى جزئين : الجزء الأول يختص برأس المال وسماه Organick عضوي أما الجزء الثاني فيختص بالناحية الفنية وسماه Technick وهو الخاص بمهارة الحرفيين / وفي تحليله لعملية الاختراع أو الابتكار ميز المراحل الآتية / عمل الرسومات - عمل النماذج على الورق - عمل النماذج المجسمة واخيراً عمل نموذج كامل بالحجم الطبيعي تبعاً للمواصفات المذكورة واجراء التجارب عليه / كان ستورتيفانت على دراية تامة بتقدير التكاليف لتنفيذ الاختراع وقيمة الأرباح المنتظرة وكيفية زيادة رأس المال ، ولكن بالرغم من قدراته هذه لم يكتب له النجاح في شيء ، ولم يكن هذا الفشل نتيجة عدم قدراته الفنية لأنه اثبت جدارته في صنع الأدوات الفخارية التي لا زلنا نستعملها اليوم / أما الأسباب الحقيقية فغالباً ما تكون نتيجة الظروف السائدة في هذه الفترة والتي لم تكن ملائمة لمثل هذه الطرق في استثمار رؤوس الأموال /



شكل (١١٦)

اول رسم يبين السكك الحديدية ، تين الصورة الفضيحة الخشبية والعربات التي تحمل الفحم من المناجم / من كتاب Cosmographia الكوزموغرافيا لمؤلفه Sebastian (١٤٨٩) -

(١٥٥٢)

قدر استورتيفات الأرباح السنوية من احتكار الحديد بمقدار ٣٣٠٠٠٠ جنيه استرليني وبناء على ذلك قسم الأرباح الى ثلاثة وثلاثين نصيباً ( حصة ) نال منها الملك والأمراء والتدعاء ثمانية عشر نصيباً أما هو فنال نصيباً واحداً ، والباقي وقدره اربعة عشر نصيباً فوزعها على المكتنين والذين ساهموا في اتمام العمل / وللأسف ضاع كل شيء بسبب انحراف واسراف رجال الملك / ولكن اثنين من المكتنين

✓ استطاعا سرقة الوثائق من استورتيفانت واتهما بمخالفة القوانين ولكنها لم  
يستطيعا ادارة المشروع بنفسيهما لأن الوثائق كانت معقدة التنفيذ (\*) (٣) .

✓ لم تستطع الصناعة الحديثة النهوض من حالتها في عصر الاقطاع أو التخلص  
من احتكار امراء عصر النهضة لحاجتها الشديدة الى المال ، اما التقدم الفني  
الحقيقي للصناعة فجاء على ايدي رجال صغار استطاعوا بجدهم ان يستثمروا  
رؤوس اموالهم / تم هذا في القرن التالي عندما انتهت امتيازات الملوك والنبلاء  
والنقابات .

### ✓ الحكماء التجريبيون

في هذا الجو قامت صحوة العلم الحديث في اوروبا ، وبالرغم من التوسع في  
الامتيازات والقرصنة السائدة كان العلم مفيداً ومناسباً / حتى الحركة المناهضة  
للأصلاح التي نجحت في وقف انتشار المبادئ البروتستانتية في اوروبا لم تؤثر كثيراً  
في تطور العلم / كان اليسوعيون من الذكاء حيث ادركوا انهم بالعلم يمكنهم  
ان يكتسبوا اتباعاً أكثر بكثير مما لو عارضوه / ولذلك اندمجوا بقوة في الأوساط  
العلمية وساهموا في تقدم العلوم وخاصة علم الفلك الجديد / وقاموا بنشره وانشاء  
المراصد الفلكية في الهند والصين واليابان / وفي نفس الوقت كانوا رقباء وكلاب  
حراسة داخل هذه المجتمعات العلمية ليمنعوا أي افكار تمس التعاليم الدينية ،  
ولكنهم وبغير ارادتهم ساهموا في تطور العلوم واعطاء الحرية للعلماء في البحث  
وال تجربة وذلك في الممالك البروتستانتية /

✓ وبدلاً من تجمع المراكز العلمية في ايطاليا في القرن الخامس عشر انتشرت  
هذه المراكز في جميع الممالك الأوروبية / ومع ذلك استمر تفوق الثقافة الايطالية  
بعد تدهورها السياسي والاقتصادي / ولذلك كانت ايطاليا أول دولة اوروبية  
تتخلص من النظم القطاعية وبقيت مركزاً للثقافة الأوروبية مدة طويلة بعد ان  
فقدت اهميتها السياسية والاقتصادية / كانت هذه الثقافة متوازنة تماماً حيث انشئت  
في ايطاليا وحدها الجامعات لتدريس العلوم الحديثة وكان الأساتذة رجالاً في حاشية  
الملك فاستطاعوا ان يجمعوا بين العلوم التطبيقية والتعاليم المدرسية التقليدية . /  
✓ ومهما كان البلد الذي ظهر فيه العلماء الجدد سواء بولندا أو انكلترا أو فرنسا ففي  
ايطاليا نمت ثقافة العلماء وفيها احرزوا معظم انجازاتهم . /

✓ لم يلبث الحكماء التجريبيون أو ما نسميهم اليوم بالعلماء ان أصبحوا جزءاً من

المجتمع في معظم مدن عصر النهضة وظهروا كأعضاء بارزين بين الطبقة البرجوازية الجديدة وكان منهم المحامون امثال فيتا Vieta وفرمات Fermat وياكون Bacon والأطباء امثال كوبرنيكوس Copernicus وجلبرت Gilbert وهارفي



شكل (١١٧)

رسم بالقلم الرصاص لتيكو براهي Tycho Brahe (١٥٤٦ - ١٦٠١) عميد رجال  
الفلك في عصر النهضة .

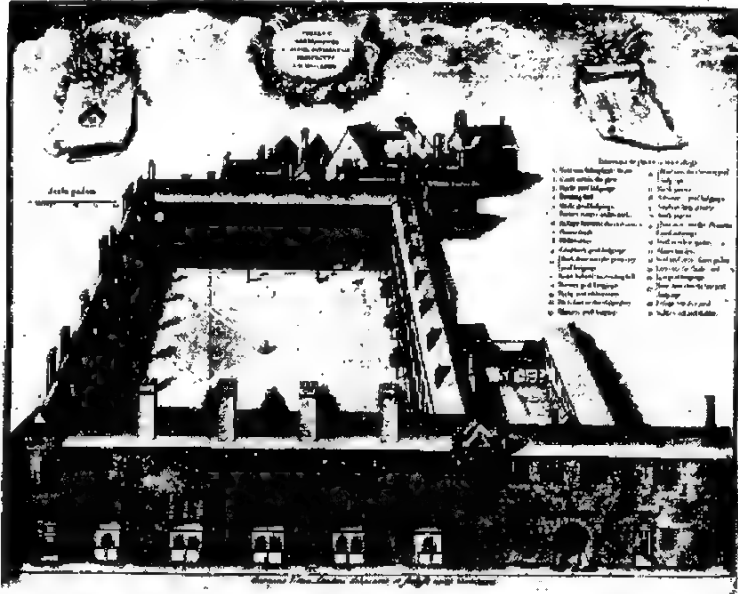
Harvey والنسالة امثال تيكونبراهي Tycho Brahe وديكارتر Descartes وفون جويريك Von Guericke وفان هلمونت Von Helmont وبعض رجال الكنيسة امثال ميرسين Mersenne وجاسندي Gassendi وواحد أو اثنين من عامة الشعب مثل كيبلر Kepler / وعلى مر العصور ظهر العلماء كأنهم منعزلون ولكن في الحقيقة كان ذلك بسبب قلة اتصالهم وسهولة الاتصال بينهم أكثر مما هو حادث اليوم بين علماء العصر الحاضر بأعدادهم الكبيرة وتأخر نشر أبحاثهم والقيود السياسية والحربية المفروضة عليهم /

### الثقافة العلمية - كلية جريشام Gresham College

بدأت الثقافة العلمية في هولندا وانكلترا مع التغير الذي حدث في الملاحة وتقليداً للمدارس الأسبانية والبرتغالية في المرحلة الأولى : ساهم الفلمنكيون امثال جها فريسيوس Gemma Frisius (١٥٠٨ - ١٥٥٥) وجيرار ميركاتور Gerard Mercator (١٥١٢ - ١٥٩٤) في عمل الخرائط الملاحية الدقيقة وتبعهم في ذلك الجغرافيون الانكليز واولهم جون دي John Dee (١٥٢٧ - ١٦٠٨) وكان معروفاً كعالم تنجيم وكان صديقاً ومرشداً لكثير من مشاهير الملاحين في عهد الملكة اليزابيث ويعتبر أول عالم انكليزي في المرحلة الجديدة / كانت كلية جريشام أول كلية لتدريس العلوم الحديثة في انكلترا ، تأسست عام ١٥٧٩ ، تنفيذاً لرغبة سير توماس جريشام Thomas Gresham (١٥١٩ - ١٥٧٩) وهو أحد تجار لندن المشهورين وعمول الملكية وهو الذي جسّد العلاقة بين رأس المال والعلم الجديد ، ولم تكن كلية جريشام مكاناً لتدريس العلوم الإنسانية فقط كمعظم كليات فرنسا في العصور السابقة بل كانت المحاضرات تلقي فيها باللغتين الأنكليزية واللاتينية ، وخصص واحد من اساتذتها السبعة لتدريس علمي الفلك والجغرافيا والثاني في الأجهزة المستعملة في الملاحة على مستوى البحارة<sup>٧٩-٨٠</sup> واستمرت كلية جريشام المركز العلمي لأنكلترا قرابة قرن من الزمان وفي أروقتها تأسست واجتمعت الجمعية الملكية<sup>٨٣-٨٤</sup> /

سائر معظم علماء هذا العصر دون نقاش البدع التي كانت شائعة في العصور القديمة والمتوسطة لأن العلم كان مهتماً بالفنون والطبيعة ومظاهرها ، وكانت وظيفته في المقام الأول خدمة الإنسان ورفاهيته / كان معظم العلماء في ذلك الوقت في خدمة الدولة وحاولوا تبرير وجودهم في هذه الوظائف بعمل الاختراعات سواء

في السلم أو الحرب ، وكانت أصالتهم وقوة إبداعهم تبدو سطحية لاعتمادهم على نفس التقاليد الموروثة واستعمالهم نفس الأساليب القديمة ، ولذلك كانت تنتهي بنفس المشاكل التي كانت محدودة في العصور القديمة بالمقارنة مع تلك التي عاصرت الانتشار العالمي للنهضة أو مشاكل البحوث العلمية الخاصة بمظاهر الطبيعة في المرحلة التالية ، أما المشاكل الملحة التي كانت تطرح نفسها هي التي كانت تتعلق بالأجرام السماوية والتي أدت إلى الاهتمام بالفلك وطرق استخدامه في الملاحة ، وكذلك حركات القوى الدافعة والآلات وطبيعة عمل الجسم البشري / لم يكن برنامجهم سلبياً خالصاً كما كان في المرحلة الأولى لعصر النهضة بل أوجدوا الحلول البديلة لكل نظرية يهدمونها من أعمال أرسطو وجالينوس وفي هذا المجال نجحوا نجاحاً فاق كل توقع ولو أن الحصلة النهائية ادخرت لعصر نيوتون .



شكل (١١٨)

كلية جريشام من نقش جورج فيرتو George Vertue ( ١٦٨٤ - ١٧٦٥ ) الصورة مأخوذة من كتاب « حياة الأساتذة » لمؤلفه جون وارد John Ward .

## (٧ - ٥) تحقيق نظرية المجموعة الشمسية

أخذ التردد في قبول نظرية كوبرنيكوس بعض الوقت ، فقد قوبلت بالترحاب من الفلكيين المحترفين لسهولة فهمها واستطاعتها تصحيح الخرائط والجداول الفلكية ، ولو ان هذه الخرائط لم تكن دقيقة في ذلك الوقت ، وبعد ذلك قبلها الذين وجدوا فيها الأثبات المقنع لحماقة الأفكار القديمة للعصور المتوسطة وكذلك آراء أرسطو عن الفضاء ، من الذين قبلوا نظرية كوبرنيكوس الشهيد جيوردانو برونو Giordano Bruno ( ١٥٨٤ - ١٦٠٠ ) / ولد برونو في نولا Nola بالقرب من نابولي ، وكان له مزاج ناري وخيال خصب ولم يلبث ان تشاجر مع المسؤولين في الدير الذي التحق به ، وذهب يتجول في اوروبا مجادلاً وناشراً الكتب والنشرات داعماً المذهب الصوفي للوليان Lulian وفكرة تعدد العوالم ، كانت قدراته عظيمة بحيث استطاع ان يقنع ويؤثر في اصحاب المصانع والتجار وايضاً العلماء ولكن لسانه اللادع اوجد له الأعداء اكثر من الأصدقاء ، ولذلك كان كثير الترحال ، واخيراً قادته مغامرته الغير حذرة الى البندقية عام ١٥٩٢ حيث وشي به وسلم الى محاكم التفتيش الرومانية ، التي حكمت عليه بالموت حرقاً لمطرقته ، لم يكن برونو شهيداً للعلم بقدر ما كان لحرية الكلمة ، لم يقم بأي تجربة أو يسجل أي ملاحظة ولكنه كان لآخر لحظة من حياته مؤمناً بحقه في الكلام واستخلاص النتائج التي يستتجها هو من الحقائق العلمية .

جعل برونو الناس يفكرون ويتناقشون في صحة نظرية كوبرنيكوس ، وبقدر ما افزع اعدائه جميع الكاثوليك شجع الكثيرين من البروتستانت ولم يكن الأخذ بنظرية كوبرنيكوس ووضعها موضع التنفيذ سهلاً بل أثارت الكثير من الجدل الحاد ، وكان ما ينقص هذه النظرية الوصف الدقيق لمدارات الكواكب ، وهو الشيء الذي كان على الفلكيين التحقق منه ، وكذلك المناقشات المقنعة لأثبات دوران الأرض الذي لا تدركه العين ، وهو عمل تطلب خلق نظرية علمية جديدة في الديناميكا .

## يورانيورج وتيخو براهي

اما الانجاز الأول وهو الوصف الدقيق لمدارات الكواكب والنجوم فقد اتته عالمان عظيمان هما تيخو براهي Tycho Brahe ( ١٥٤٦ - ١٦٠١ ) ومساعداه جوهانز كبلر Johannes Kepler ( ١٥٧١ - ١٦٣٠ ) كان براهي نبيلاً دانيماركياً



قوي النفوذ استطاع التأثير على الملك فردريك الثاني / وأنشأ أول معهد حقيقي للأبحاث في العالم الحديث وهو معهد يورانبرج Uranborg في جزيرة هيفين Hevean عام ١٥٧٦ / هناك في هذا المعهد وبواسطة اجهزة خاصة استطاع براهي ان يحصل على مجموعة من المشاهدات الدقيقة الخاصة بمركز النجوم والكواكب بحيث اصبحت كل المعلومات السابقة في هذا الموضوع غير صحيحة وبطل استخدامها / كان يراهي متأثراً بأعمال كوبرنيكوس ولكنه فضل نظامه الذي وضعه، وفي هذا النظام يشير الى ان الشمس تدور حول الأرض ولكن الكواكب الأخرى تدور حول الشمس وهي في الحقيقة تنتسب الى نظرية كوبرنيكوس / لقد اختار براهي النظام الذي يتفق مع المشاهدات دون ان يقلق نفسه باستحالة تحقيق ذلك بالطرق الفيزيائية، واستطاع براهه ان يقضي على نظام ارسطو دون الأصرار على ذلك بأثبات وجود نجم ١٥٧٢ الجديد وسط النجوم الثابتة دون تغيير / عاصر براهي مرحلة انتقالية بالنسبة لعلم الفلك وبه المرحلة التي بطلت فيها الحاجة الى المعلومات الفلكية لاستخدامها في عمليات التنجيم واستخدامها في مجالات جديدة وهي الحصول على حقائق علمية دقيقة لخدمة رجال الملاحة /

#### كبلر Kepler

اصبحت اعمال تيخو اكثر فائدة في تطوير العلم عندما استخدمها كبلر Kepler . كان كبلر ابناً لوالدين فقيرين / وعاش حياة كلها منازعات وتثييط هم سبب طباعه الغريبة وكان أول عالم بروتستانتى ولوانه عمل معظم وقته في الدول الكاثوليكية / جمع كبلر بطريقة غير عادية تصوراته الغريبة المطبوعة بالأعمال السحرية مع الدقة المتناهية والنزاهة المطلقة في قياساته وحساباته / كان الباحث الهام وراء اعماله رغبته الوهمية في اختراق اسوار الكون ومعرفة اسراره كما يدل على ذلك عنوان مؤلفه الأول (Mysterium Cosmographicum) «الكوزموغرافيا الغامضة» ١٩٠٤ / ولكنه كان يريد العيش في سلام وكما قال «منح الله كل حيوان مقومات بقاءه وللملكين هياهم التنجيم» / ساعد كبلر تيخو براهه في أواخر ايامه في معهده الكيماوي الفلكي الذي انشأه الامبراطور رودلف الثاني في براغ / ان وجود البحوث العلمية النشطة والمعانة من الدولة في القرن السادس عشر في بولندا والدانيمارك وبوهيميا للدليل على الأزدهار الاقتصادي في هذه الدول /

/ حاول كبلر إيجاد احسن طريقة لبيان حركة الكواكب بمنحنى واحد وكان

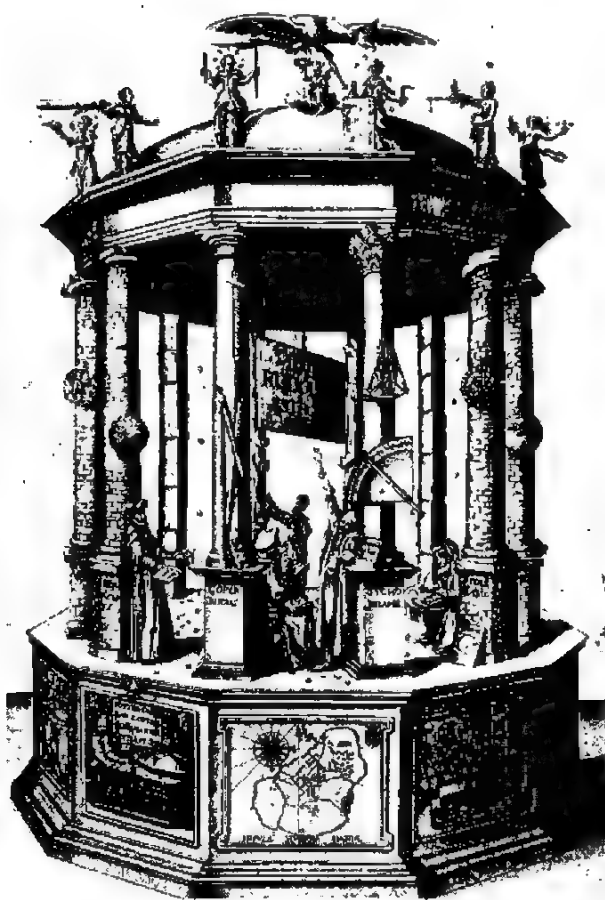
كوبرنيكوس متمسكاً بوجود مدارات تدور حول مركز مشترك ولكن لم يكن ذلك ممكناً لمخالفته للملاحظات الدقيقة الجديدة ، وأخيراً وبعد محاولات فاشلة وجد أن الحل الوحيد لشرح حركات المريخ هو أن مداره ليس دائرياً ولكن اهليلجياً يدور حول الشمس / لم تكن فكرة اهليلجية المدارات جديدة فقد اكتشفها الفيلسوف ارزاشيل Arzachel ( ١٠٢٩ - ١٠٨٧ ) من مدينة توليدو Toledo في القرن الحادي عشر ، ولكن على فروض غير صحيحة / كان سبب نجاح كبلر أنه جاء في الوقت الذي أصبحت فيه المعلومات دقيقة وصحيحة لتثبت بأن المدارات الدائرية لا تصلح أساساً لشرح الظواهر الفلكية ، ولم يدم هذا طويلاً حيث اكتشف بأن هذه المدارات ليست اهليلجية تماماً ولكن منحنيات معقدة والتي قام بشرحها بعد ذلك اينشتين Einstein /

ان نظرية المدارات الاهليلجية والقانونين الآخرين اللتين استعان بهما كبلر في قياس سرعة الكواكب في مداراتها ابطلت المعارضة ضد نظرية كوبرنيكوس واصابت نظرية فيزاغورس - افلاطون بالضربة القاضية وهي التي تقول بأن العناية الإلهية لا تصنع إلا الكمال وهي الحركة الدائرية فقط وحتى كوبرنيكوس كان يؤمن بها (١٠) / لم تكن مشاهدات كبلر الفلكية هي العناصر الأكيدة لقيام الثورة الكبرى في عقول الرجال والتي أدت الى الصورة الجديدة للكون ولكنها دون شك كانت أساس الثورة على تصورنا للكون على اسس كمية وديناميكية وهي التي مكنت نيوتون من صياغة قوانين الحركة والجاذبية /

#### شكل (١١٩)

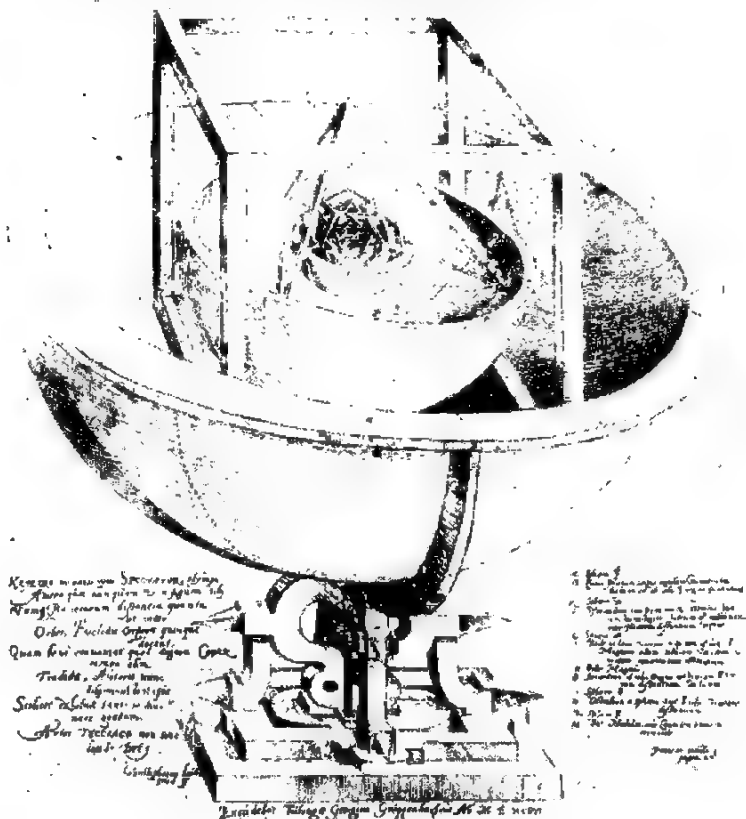
ان نتائج كبلر التي تعتمد على مشاهدات تيخو براهة عن الكواكب قد حفظت كذكرى عظيمة في مؤلفه *Tobulae Rudolphinae* الذي كتبه لتخليد راعيهِ رودلف الثاني ملك النمسا وبوهيميا والذي ظهر عام ١٦٢٧ . اعتمدت هذه النتائج على نظرية تمركز الشمس في وسط الكون ودوران الكواكب في مدارات اهليلجية حولها وهي المدارات التي اكتشفها بنفسه وكانت من الدقة بحيث استخدمت مئات من السنين .

الصورة المنشورة هي صورة الغلاف للكتاب المذكور وفيها يظهر من اليسار هباركس Hipparchus ثم كوبرنيكوس Copernicus ثم تيخو وأخيراً بطليموس . في وسط قاعدة النصب خريطة لجزيرة هيفين حيث اقيم مرصد تيخو ، وعلى اليسار يظهر كبلر نفسه جالساً .



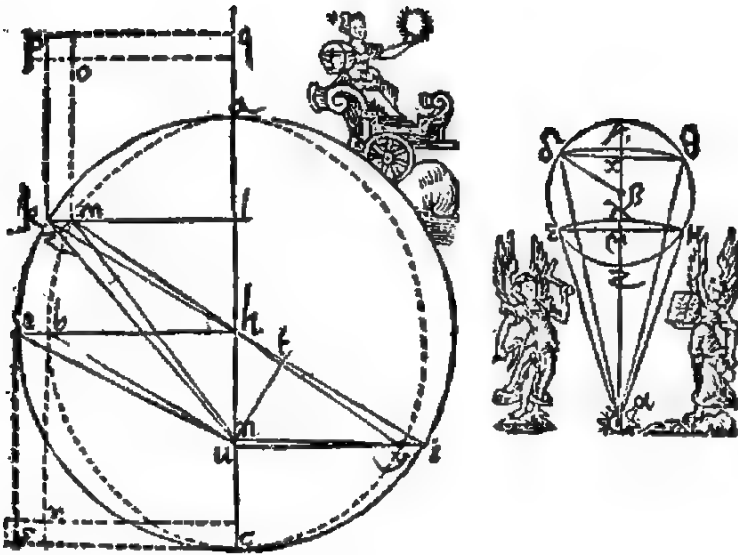
TABULA III. ORBIVM PLANETARVM DIMENSIONES, ET DISTANTIAS PER QVINGQVE  
REGVLARIA CORPORA GEOMETRICA EXISTENS.

ILLVSTRISS. PRINCIPI AC DÑO DÑO. FRIDERICO, DVCI VIR-  
TEMBERG. ET TELLII. COMITI MONTE REGVLARVM, ETC. CONSECRATA



شکل (۱۲۰)

كانت أول محاولات كيلر لاستنتاج دوران الكواكب حول الشمس هو استخدام فكرة المدارات السماوية وحساب أبعادها بالطرق الهندسية / نشر هذا عام ١٥٩٦ في مؤلفه *Mysterium Cosmographicum* الكوزموغرافيا الغامضة الذي أسترعى انتباه نيخو براهي. الصورة مأخوذة من كتاب *Harmonices Mundi Linz* تأليف جوهنس كيلر عام ١٦١٩.



شكل (١٢١)

كان اكتشاف كبلر اهليلجية مدارات الكواكب خطوة هامة في تقدم علم الفلك ولقد تم له ذلك بتحليله المشاهدات الدقيقة لتيخو براهي عن كوكب المريخ . الصورة مأخوذة من كتاب *Astronomia Nova* الفلك الجديد لكبلر .

### التلسكوب

لم تكن الحسابات الفلكية التي كان يقدرها الأخصائيون هي التي غيرت النظرة الى الكون بل هي الأجهزة الفيزيائية المتاحة للجميع والتي قربت السماء من الأرض بحيث أصبح من السهل دراسة الشمس والقمر والنجوم عن قرب ، ويعنى آخر هو اختراع التلسكوب .

لم يكن التلسكوب اختراعاً علمياً ، فقد ظهر بطريقة غامضة في هولندا كإنتاج ثانوي لصناعة النظارات / تحكي الأسطورة بأن بعض الأطفال حوالي عام ١٦٠٠ كانوا ينظرون الى السماء من خلال العدسات وإذا بهم يلاحظون ان الأشياء البعيدة أصبحت قريبة منهم / كانت الحاجة الى التلسكوب دائماً موجودة ولكن لم يتم عمل شيء لأنه لم يكن في الاستطاعة تحقيقه بالرغم من توافر وسائل عمله ، والظاهر ان اختراع التلسكوب كان في حاجة الى التركيز الكمي في صناعة

البصريات الذي صاحب الثراء العظيم في القرن السادس عشر ليتم اختراعه  
بمحض الصدفة .

جاليليو جاليلي Galileo Galilei

اثبت التليسكوب انه اعظم اجهزة العصر العلمية. / وصلت اخباره الى  
آذان اساتذة الفيزياء والمهندسين العسكريين في بادوا فصمم جاليليو ان يصنع  
واحداً بنفسه / ووجهه الى السماء كان جاليليو مقتنعاً بنظرية كوبرنيكوس  
وشغوفاً جداً بحركة البندول والمشاكل المتعلقة بسقوط الأجسام، وفي الليالي  
القليلة الأولى التي شاهده فيها السماء اقتنع بخطأ كل ما صورته ارسطو لهذه السماء  
الضافية، اما القمر فبدلاً من أن يراه كرة كاملة وجده مليء بالبحار والجبال ورأى  
لكوكب الزهرة أوجها كأوجه القمر بينما كوكب زحل ظهر مجزئاً إلى ثلاثة اجزاء،  
وأهم من هذا كله لاحظ ان حول المشتري يوجد ثلاثة نجوم أو اقمار تدور  
حوله، وهي صورة مصغرة لنظام كوبرنيكوس والتي يمكن لأي فرد التحقق منها  
اذا نظر من خلال التليسكوب الى السماء. / بنظره جاليليو الثاقبة وشعوره  
الجماهيري والقيمة المادية لاكتشافاته الفلكية حاول بيع اسرار واسماء هذه  
النجوم لدوق فلورنسا ثم ملك فرنسا واخيراً البابا ولكنهم جميعاً رفضوا ذلك  
لارتفاع الثمن الذي طلبه وعندما نجح في تطبيق نظرياته باستعمال حركات  
النجوم في تعيين خطوط الطول حاول بيع اكتشافاته للملك اسبانيا ورئيس  
الولايات الهولندية للذهاب منحاه الجوائز فقط،

كانت هذه المحاولات بالنسبة لجاليليو مجرد عروض جانبية وشعر بأهمية  
هذه الاكتشافات الثورية، وهنا بدأ يطلع الجميع على نظام كوبرنيكوس وابقن ان  
هذه المعلومات يجب نشرها بدلاً من حججها، / وفي غضون شهر من عام ١٦١٠  
نشر أول بحث علمي نال اقبالاً شديداً وهو Siderius Nuntius ومعناه رسول من  
النجوم وفي هذا المؤلف ذكر ملاحظاته كاملة بصورة مبسطة وهي التي خلقت  
شعوراً واحساساً جديدين بين الناس / ولكنها قوبلت ببعض ردود الفعل الغير  
ملائمة، ولكنها كانت غير مباشرة. / في عام ١٦١٨ تحققت نظريات جاليليو ولم  
تجد أي معارضة في اعتبارها الاثبات الرياضي لحركات الكواكب والنجوم، وفي  
نفس الوقت رفض بعض اتباع ارسطو النظر الى السماء من خلال التليسكوب  
لأنهم كانوا يعرفون جيداً ما في السماء من خلال تجاربهم العقلية المجردة، وما دام  
هناك مجالات للعقل والمناقشات فلا خوف ولا مشاكل. /



شكل (١٢٢)

رسم لجاليليو جاليلي (١٥٦٤ - ١٦٤٢) وهو صورة خلاف كتابه *Istoria* الذي ظهر عام ١٦١٣ وأعيد طبعه عام ١٦٢٣. يرى في أعلى الصورة على اليمين الطفل الملاك ماسكا بيوصلة جاليليو اما على اليمين فيرى أول نموذج للتليسكوب

سقوط الأجسام : الديناميكا

شعر جاليليو بعدم كفاية الملاحظات الجمالية لإثبات نظرية كوبرنيكوس

✓ وضرورة اثبات ذلك بشرح امكانية وجودها وازالة العقبات التي وضعها الفلاسفة والمفكرون المناهضتها في الماضي ، فكان من الضروري شرح كيف ان دوران الأرض حول الشمس لا يؤدي الى هبوب العواصف في الاتجاه المضاد وكيف يمكن للأجسام المنطلقة في الهواء ان لا تسقط خلف المواقع التي انطلقت منها . / تطلب هذا دراسة متقنة لحركة الأجسام الحرة وهي من المشكلات التي اصبحت هامة من الناحية العملية الخاصة بتوجيه المقذوفات . /

✓ في هذا الوقت اجاز العرب نظرية القوة الدافعة لفيلوبونوس Philoponos . واحكم دراستها الباريسيون وبذلك حازت القبول ، وكان المعروف بأن القذيفة عند انطلاقها من المدفع تكتسب قوة دفع تقاوم استعدادها الطبيعي للسقوط . / شرح كل من تارتاجليا Tartaglia ( ١٥٠٠ - ١٥٥٧ ) وبيندق Benedetti ( ١٥٣٠ - ١٥٩٠ ) وغيرهما من العلماء في القرن السادس عشر هذه الظاهرة بأن ادخلوا بين انطلاق القذيفة القوي وسقوطها الطبيعي حركة دائرية مسببة مساراً لا بأس به لقذائف مدفع الهون في ذلك الوقت ، وكان ما ينقص هذه التجربة الشرح المنطقي أو الرياضي لاثباتها . ٤٩-٤ ، ١٠١-٤ .

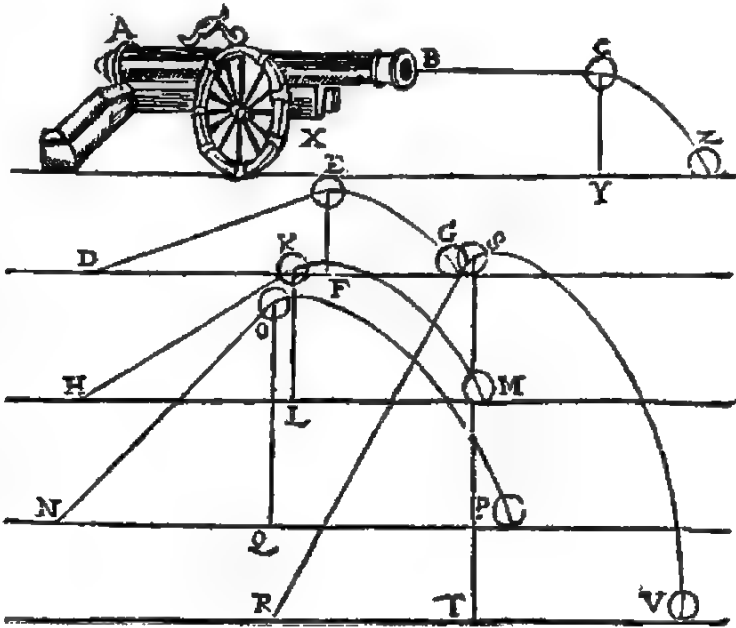
### ✓ الفيزياء العملية

نجح جاليليو فيما فشل فيه الآخرون وهو صياغة معادلة رياضية لوصف حركة الأجسام وكان هذا اعظم عمل انجزه في حياته ، ولقد اوضح ذلك بالتفصيل في كتابه « حوار في علمين جديدين » Dialogues on Two New Sciences والذي نشر بعد الحكم عليه وادانته ، كما ذكر ضمناً في كتابه الذي يشمل « النظامين الأساسيين للكون » وهو The Two Chief Systems of the World والذي كان السبب المباشر للصدام الذي حدث بينه وبين الكنيسة / استمر جاليليو ، يجيب على الأسئلة المطروحة بطريقة جديدة وهي الطريقة العملية / وسواء اسقط جاليليو أثقالاً من قمة برج بيزا Pisa أو لا يفعل فهذا ليس بالموضوع الأساسي / الجميع يعرفون بأن جاليليو استعمل البندول والسطح المائل للحصول على قياسات دقيقة لسقوط الأجسام . /

✓ كانت هذه التجارب أول تجارب عملية اجريت في محيط العلم الحديث . / تختلف هذه التجارب عن تجارب القرن الثالث عشر في انها استكشافية وليست توضيحية كما أنها كانت كمية وليست كيفية ، بحيث يمكن تطابقها مع النظريات



الرياضية، وكانت تصرفات جاليليو تجاه تجاربه تدل على انها في مرحلة انتقالية، وقد صرح مرة بأنه اجري تجاربه لا ليقتنع نفسه لا بل ليقتنع الآخرين / وكان واقعاً من قوته في الشرح والأقناع بمظاهر الطبيعة بالادلة والبراهين / وكانت هذه الادلة ايضاحية اكثر منها عملية ومع ذلك، فقد قام باجرائها ليس على الورق الذي يحجب الفيزياء الحديثة، واكثر من ذلك فقد تعود عندما تعطي التجارب نتائجاً



شكل (١٢٣)

سقط مذهب أرسطو الخاص بمرور القذيفة في عهد النهضة حيث اكتشف ان القذيفة تتحرك في قطع مكافئ (Parabola) وليس في خطين متوازيين هذا الرسم هو حفر على الخشب مأخوذة من كتاب لمؤلفه Cespedes عام ١٦٠٦ واسمه Instrumentos Nue vos de Gemetria « أدوات جديدة في الهندسة » .

غير منتظرة لا يرفضها بل كان يعاود أدائها ويسأل ويتناقش ويوضح هذا مدى تواضعه امام الحقيقة وهي احدي سمات العلم التجريبي .

لقد اثبتت الشروح الرياضية لتجارب جاليليو بخصوص سقوط الأجسام

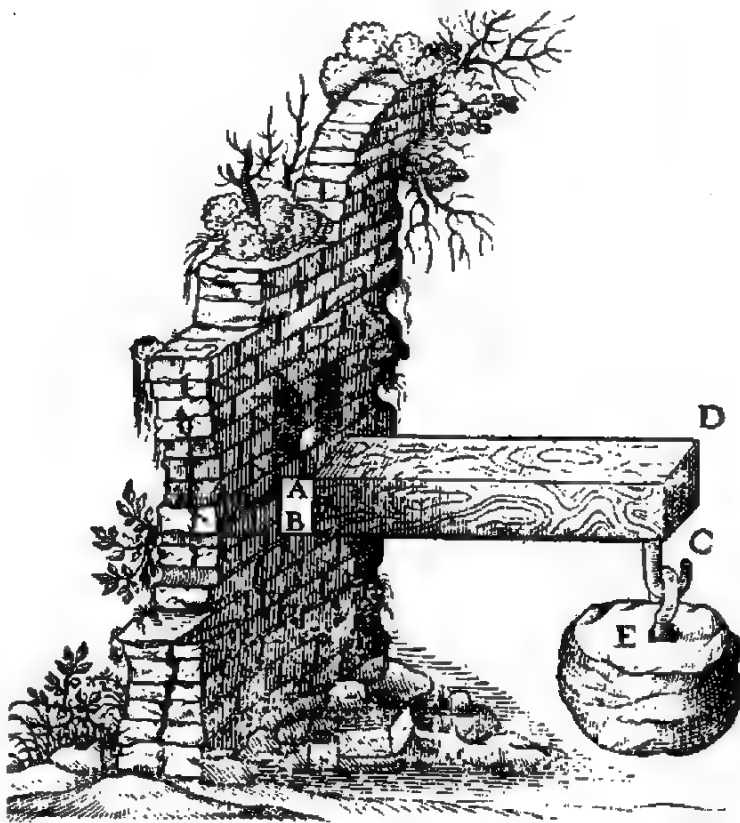
انها اصعب بكثير من اجراء التجارب نفسها ، والفكرة التي كان يجب التثبيت بها هي ان الجسم الذي يغير من سرعته باستمرار يمكنه ان يكتسب اي سرعة في لحظة معينة وفي الحقيقة ان خطأ جاليليو كان في تصويره ان السرعة تتناسب مع المسافة التي يقطعها الجسم بينما هي تتناسب مع ، الزمن الذي يستغرقه الجسم في سقوطه كما حقق ذلك مؤخراً ١٠١-٤ .

لكني نفهم حقيقة سقوط الأجسام وبالتالي حركة قذائف المدافع في الهواء وحركة القمر في السماء يجب الأخذ بالفكرة الفيزيائية الصعبة والخاصة بسرعة الجسم في لحظة معينة وهذا يطابق الفكرة الرياضية التفاضلية  $\frac{dx}{dt}$  وهي النسبة الثابتة بين كتلتين مهما صغر حجمهما / استخدم جاليليو هذه الافكار دون صياغتها / وجمع نتائج تجاربه مع تحليلها رياضياً استطاع ان يحل مشكلة سقوط الاجسام مبيناً انه في حالة انعدام اهواء فإنها تتبع مجرى القطع المكافئ (Parabolic) ، ويعمله هذا قدم أول مثل عملي واضح للفيزياء الحديثة والتي كان لها الفضل في تقدم العلم في العصور المتتالية وفي الحقيقة اخذت الطرق الفيزيائية التي ابتكرها جاليليو اساساً للطرق العلمية في الوقت الحاضر والتي تضاءلت بجانبها العلوم الأخرى .

#### نهضة العلوم الرياضية

كانت منجزات جاليليو وكبلر ممكنة لأنها كانا اساتذة في الرياضيات الجديدة التي ازدهرت في عصر النهضة / اتخذ فيتا Vieta (١٥٤٠ - ١٦٠٣) الخطوات الأساسية لاستعمال الرموز في المناقشات الجبرية واستخدام الحروف للكميات المعروفة وغير المعروفة ، ليس في الجبر فقط ولكن ايضاً في علم حساب المثلثات . / اسرع هذا الابتكار الفني من انجاز العمليات الحسابية وازال القوضى التي كانت تسببها الكلمات ، فشكراً لهذا العمل العظيم وشكراً لأعمال كاردان Cardan (١٥٠١ - ١٥٧٦) وايضاً تارتاجليا Tartaglia / الآن يمكن استعمال الطريقة الجبرية لحل أي مسألة باحلال الرموز بدلاً من الاعداد / لا زالت هندسة الاغريق القديمة محتفظة باحترامها وخاصة عند استعادة اعمال ارشميدس التي نشرها تارتاجليا عام ١٥٤٣ . / ولكن يمكن استعمال الطرق الجبرية اسهل بكثير من استعمال الاعداد في حل المسائل الحسابية / تمت خطوات ايجابية عديدة عندما ادخل سيمون ستيفن Simon Stevinn (١٥٤٨ - ١٦٢٠) الكسور العشرية عام ١٥٨٥ ونايير Napier (١٥٥٠ - ١٦١٧) اللوغاريتمات عام ١٦١٤ .

وباختصار العمليات الحسابية بنسبة كبيرة ضاعف ذلك عدد الفلكيين والفيزيائيين ، ولأتمام حلقات المناقشة كان من الضروري لجاليليو ان يربط بين الرياضيات والميكانيكا / اما كيف تم له ذلك فهذا هو الموضوع الاساسي الذي كرس له حياته العملية كلها . / كان ليوناردو يتحسس طريقه بالقيام ببعض العمليات الكمية في الميكانيكا أما جاليليو فمن خلال تجاربه الممتازة واستعماله



شكل (١٢٤)

رسم يوضح طريقة إيجاد قوة الاحتمال في اللوح الخشبي / من كتاب Discorsi لجاليليو .

الرياضيات امكنه الاحاطة بها واصبح واحداً من مؤسسي الهندسة العلمية / من الرجال العظام في هذا المجال كان سيمون ستيفن Simon Stevin من بروجر Bruges وهو أول المهندسين المشهورين في هولندا الجديدة وقد ساهم بقسط وافر في حرب التحرير ويعتبر احد المهندسين الذين أسسوا قوانين تشكيل القوى وعلم الهيدروليكا الكمية .

### / الاستاتيكا والديناميكا

يتطلب فهم حركات الأجسام الثقيلة معاملة القوى أولاً وهي في حالة الاتزان أو الحالة الستاتيكية ثم وهي في حالة عدم الاتزان أو الحالة الديناميكية . فالاستاتيكية والديناميكية هما العلمان الجديدان ٤-٧٠ اللذان وضع جاليليو أساسهما . لم يضع قوانين الحركة فقط ولكنه وضع أيضاً النظرية الرياضية لقوى المواد على اساس المناقشات التي اجراها مع اصحاب شركات بناء السفن / ذكر جاليليو بوضوح اكثر من أي فرد سبقه اهمية خواص المواد وهذه الخاصية هي التي يمكن معالجتها رياضياً ، ولذلك امكنه بكل دقة معرفة مدى تمددها وتمركزها وكثافتها ، اما باقي الصفات كالطعم والرائحة واللون التي تطلق عادة على الأشياء فهي مجرد اسماء توجد فقط في الجسم الحساس . . ولم يدرك هذا دعاة العلم الجديد كتحديد وتقييد لهم ولكنه برنامج لاختصار جميع التجارب وتركيزها في الخواص الأولية للمادة وهي الحجم والشكل والوزن والحركة .

صورة الغلاف لكتاب جاليليو Dialogo sopra due massimi Sistemi حوار حول الأجرام السماوية عام ١٦٣٢ والذي ساند نظرية كوبرنيكوس الخاصة بتمركز الشمس والتي ادانتها الكنيسة الكاثوليكية الرومانية لم يبرى الى اليسار ارسطو وفي الوسط بطليموس وعلى اليمين كوبرنيكوس .



شكل (١٢٥)

### هدم الكوزمولوجيا القديمة

لكي يتقبل المثقفون علم الميكانيكا الرياضي الجديد كان على جاليليو ان يهدم النظام البطلمي الفلكي ومعه الفلسفة الأرسطولية التي كانت أساساً ليس فقط للعلوم الطبيعية ولكن أيضاً للعلوم الاجتماعية قرابة ألفي عام. وكان جاليليو مهياً لهذا العمل حيث انه عاصر الفلسفة الأرسطولية في عنفوانها في بادوا ، ولم يكن

مستمعاً فقط بل كان مشاركاً ومعارضاً لأراء ارسطو واقنعه بحججه بطريقة لا ينسأها زملاؤه الدارسون ولو انهم ربما استهجنوا طريقتها ، وبلا شك كانت اعمال جاليليو اعتراضات على ما اتقه ارسطو ولكنها كانت أول مواجهة عاصفة له عام ١٦٣٢ عندما نشر كتابه الجدلي حول النظامين البطلمي والكوبرنيكوسي . Dialogue Concerning the two Chief Systems of the World The Ptolemaic and the Copernican الذي اهداه للبابا تقديراً له / كتب جاليليو هذا الكتاب ليس باللاتينية ولكن بالأيطالية ليقرأه الجميع / في هذا الكتاب انتقد جاليليو النظامين بقسوة وسخرية/ وكان هذا أول بيان هام للعلم الحديث ٤- ٦٩ . /

### محاولة جاليليو

ادى هذا التحدي الذي طرحه جاليليو والذي لا يمكن تغافله الى محاولته المشهورة ، وبذلك صنع له اعداءً بين العلماء بقدر ما كان له بين رجال الكنيسة ، وينشره ديالوجه ضاعف من ادانتهم له ، وفي الحقيقة من الصعب الآن معرفة السبب الذي من اجله قامت هذه المعارضة الشديدة لهذا الموضوع الأكاديمي وهو حركات الأرض والكواكب ، ولكن في مثل تلك الأيام كان لكل مواطن الحق في مناقشة شؤون وطنه / بعد مرور قرون عديدة من الجدل الحاد ونتيجة للمجهودات الفكرية العظيم ثم هزيمة نظرية ارسطو التي باركتها الكنيسة والتي لم يستطع معارضتها رجال الإصلاح العقائديون / واذا كان تحدي موضوع هام مثل شكل أو مظهر السماء قد قوبل بالتجاهل فكم بالحري يتطلب مقاومته ؟ قام المتحمسون لنظرية كوبرنيكوس امثال برونو وكامبانيلا Campanella ( ١٥٦٨ - ١٦٣٩ ) باستخلاص النتائج من المعلومات الجديدة التي هددت مركز الكنيسة والحكومة . / ومعنويات الشعب والملكية نفسها / كان من نتيجة ذلك اعدام برونو حرقاً وسجن كامبانيلا لسنوات عديدة اما بالنسبة لجاليليو فاختلف الأمر حيث كانت له هيئته العلمية واصدقاء أقوياء ولم يكن هناك شك في كاثوليكيته / وفيما عدا مجال العلوم لم يكن ثورياً ٤- ٣٨ ، ٥٧ . /

اما التجربة فكان لا بد من اتقائها في حدود افكار وتعاليم الكنيسة وليست لأفكار جاليليو ، ولذلك كانت النتيجة معروفة مقدماً / ولكن من الأمور المسلية ان خطوات التجربة حفظت سرية خوفاً من ان اعلان نتائجها سوف يبين ليس فسوة القضاء بل تساعهم / كان البابا وقضاة المحكمة البابوية شغوفين لمعرفة الآثار

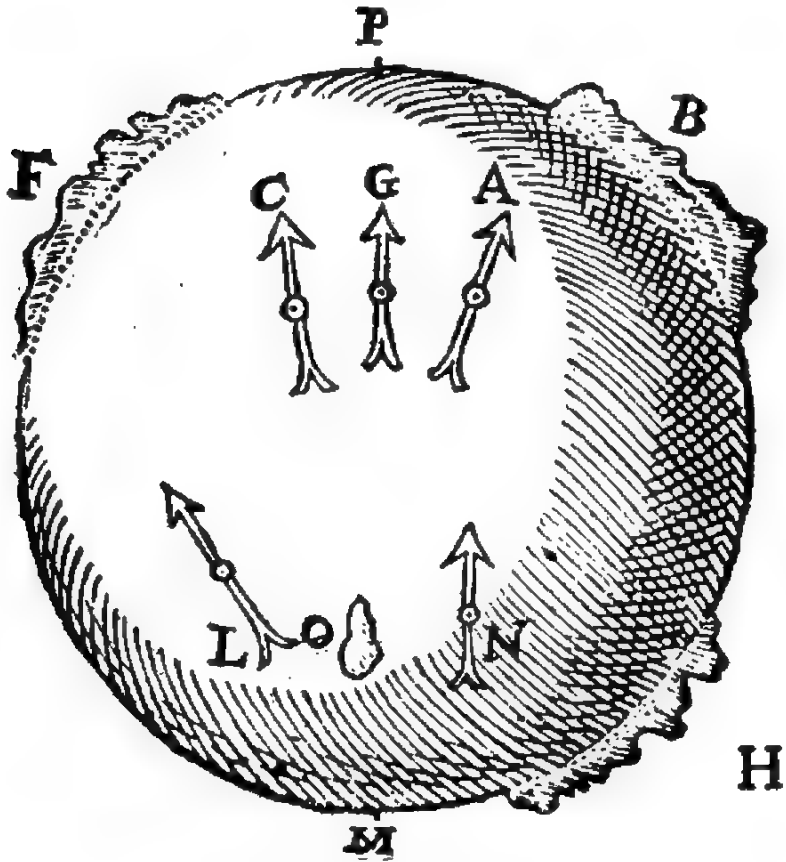
المنتظرة لنشر النتائج على رجال الكنيسة المتعصين المشبشين بمبادئهم أكثر من تأثيرها على رجال العلم / واخيراً حوكم جاليليو وادين واجبر على الاعتراف علناً على ان معتقداته السابقة كانت خاطئة وحُكم عليه بالسجن ، ولكن السجن كان بالأسم فقط حيث عاش في قصر احد اصدقائه / وفي تقاعده امكنه الانتهاء من عمله في علمي الديناميكا والاستاتيكا ونشر ابحاثه في أواخر ايامه .

/ ان واقعة محاكمة جاليليو تميز عصراً جديداً ، لأنها حولت الصراع بين العلم والعقائد الدينية الى مسرحية درامية / وخلال فشل المحاكمة قبول قرار المحلفين بالسخط من قبل جميع المثقفين حتى في الدول الكاثوليكية ، وأعطت الكثير من الاحترام للعلوم التجريبية الثورية الجديدة وخاصة في الدول التي استقلت عن نفوذ بابوات روما / تبين منجزات جاليليو قمة الهجوم على الكوزمولوجيا القديمة وبعد ذلك بأربعين عاماً / اندمجت قوانين كيبلر مع ديناميكية جاليليو في نظرية نيوتون للمجاذبية الأرضية .

/ المغناطيسية : نورمان Gilbert وجلبرت

وفي الحقيقة ان الذي ادى الى هذا الاندماج هي التجارب العملية على المغناطيسية التي عرفها العالم من خلال مؤلفات وليم جلبرت Willaim Gilbert عام ١٦٠٠ ومنها مؤلفه المغناطيسي De Magnete كان جلبرت الطبيب الخاص للملكة اليزابيث . / كان الكشف العلمي العظيم هوميل الأبرة المغناطيسية المتزنة وقد لاحظته قبل ذلك هارتمان Hartmann (١٤٨٩ - ١٥٦٤) عام ١٥٤٤ وبحثه بالتفصيل روبرت نورمان Robert Norman وكان ملاحاً وصانع بوصلات ويعتبر من أوائل العلماء الفيزيائيين ولكنه ليس عريق الأصل ولم يتعلم من الكتب / وكان يقظاً متمسكاً بحقوقه التي سجلها في مقدمة كتابه « الجديد الجذاب » The New Attractive عام ١٥٨١ وفي هذه المقدمة ٨٤-٤ قال / والآن اقصد ارادة الله ولا انتقص منها وأنا لا أمدح نفسي لأوضح حقيقة عملية توجد في هذا الحجر مخالفاً في ذلك لأراء كل من كتب في هذا الموضوع ، وهنا لا استعمل تخمينات أو تخيلات عملة ، ولكن اعرض باختصار نتائجي المبينة على التجارب والأسباب والبراهين وهي أساس الفنون ، وبالرغم من ذلك كان على المثقفين واجبات هامة فعليهم ان ينقلوا المعلومات القديمة الى الحرفيين والعلميين حتى يستطيعوا الوقوف على اقدامهم ولقد تم ذلك باتصالهم بالأغنياء والطبقة الراقية واثبتوا جدارتهم ومعرفتهم وقاموا بتشجيع العلوم

أدى جليبرت واجبه بأعجاب شديد فمؤلفه المغناطيس بالرغم من امتلائه  
بكلمات الهجاء الشديدة باللاتينية الموجهة ضد الفلاسفة القدماء كما فعل ذلك  
بالانكليزية كل من تورمان وهارفي كان مؤيداً من المثقفين تأييداً قوياً بحيث ألزم



شكل (١٢٦)

فكرة جليبرت بأن الأرض انما هي مغناطيس كبير : تجربة استعمل فيها مغناطيس على هيئة الكرة  
والجبال على هيئة كتل حديدية واتجه الأبرة المغناطيسية جهة الشمال / من كتاب المغناطيس لمؤلفه  
وليم جليبرت عام ١٦٠٠ ..



معظم علماء العالم على قبوله بالرغم من ان كتاب نورمان كان اكثر فائدة للبحارة  
وصناع البوصلات /

وكتاب المغناطيس كتاب عظيم ويعتبر عرضاً وافياً لانجازات العلم الحديث  
في ذلك الوقت / لم يكف جليبرت بالتجارب العملية بل استطاع ان يستخلص منها  
افكاراً عامة جديدة اما الفكرة التي كان لها الصدى الشديد لدى الجماهير في ذلك  
الوقت فهي قوة الجذب المغناطيسية وقد ارجع اليها السبب في بقاء الكواكب ثابتة في  
مراكزها ، وتعتبر هذه الفكرة أول شرح فيزيائي مقنع غير اسطوري لنظام  
الكون ، وبلا شك ان هذه الفكرة مهدت الطريق أمام نيوتون ليقنع العلماء ذوي  
العقلية الفيزيائية بأرائه ، فقد كانوا يتصورون ان القوة انما تنشأ بتفاعل الأجسام  
الملتصقة فقط /

### ميكانيكية الجسم البشري /

لم يكن التغير في الآراء القديمة قاصراً على موضوعات السماء والأحجار  
ولكن شمل ايضاً جسم الانسان ، وفي هذا المجال تقدم العلم بخطوات ناجحة في  
استقصاء كنهه / وكانت نظرية ارسطو محصورة في الأرض والانسان ، والانسان  
بمركزه وسط الكون لا بد وان يكون على اتصال مباشر بجميع اجزائه بواسطة  
قدراته والأرواح التي تصله بالأجواء السماوية كان الانسان نفسه عالماً كونياً صغيراً  
اما العمليات الدقيقة التي تتم في جسم الانسان فكانت شغل الأطباء الأعريق امثال  
جالين Galen الذي اصبحت اوصافه للأعضاء الداخلية لجسم الانسان من الأمور  
الكنسية مثل أوصاف بطليموس للسموات / اثبت تشريح جسم الانسان الحديث  
الذي تم في عصر النهضة ان اعمال فاساليس كانت خاطئة تماماً وان تصحيح هذه  
الأوصاف يجب ، ان يتم بطرق مختلفة مثل ادماج علم التشريح بالمعلومات الجديدة  
عن الآلات والمضخات والصمامات واستنتاج فسيولوجيا عملية جديدة /

### هارفي والدورة الدموية /

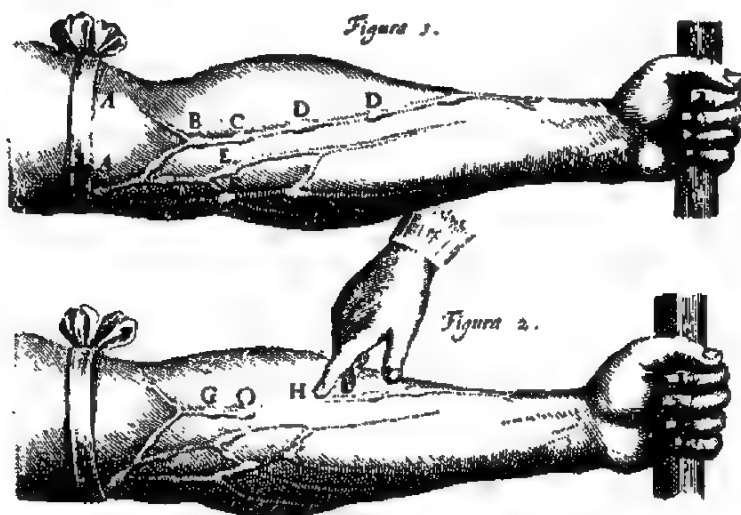
كان اكتشاف الدورة الدموية من نصيب وليم هارفي Wiliam Harvey  
(١٥٧٨-١٦٥٧) الطبيب الانكليزي / وهو من عائلة كريمة تعلم في جامعة بادوا  
واستطاع ان يجمع بين طرق التشريح الإيطالية التقليدية والعلوم التجريبية التي  
بدأت تظهر في انكلترا في ذلك الوقت ١٦٨٤ / كان هدف هارفي معرفة ميكانيكية  
حركة الدم في الجسم وكتابه الضخم « دراسة في تشريح حركة القلب والدم عند

الحيوانات ، سجل الطابع الجديد لعلمي وظائف الأعضاء والتشريح ، فلم يكن يحوي تشريح ووصف أعضاء الجسم فقط بل يحوي ايضاً مجهوداً عملياً عبارة عن بحث هندسي هيدروليكي مبني على تجارب عملية / كان على هارفي أن يتغلب على عجزه بكونه احد اتباع كوبرنيكوس ومضطراً لأثبات دورته الجديدة دون الرجوع الى جاليليو فأمكنه ان يثبت دورته عقلياً وبطريقة حسابية بسيطة ، فقد لاحظ ان كمية الدم التي يضخها القلب في كل مرة يدق فيها تزن حوالي أوقيتين ، واذا حسبنا كمية الدم التي يضخها في الدقيقة نجدها ٥٤٥ رطلاً من الدم ، وهذه الكمية تفوق كثيراً وزن أي انسان وتزيد كثيراً على وزن الدم الموجود في الجسم ، وبذلك اصبح واضحاً ان هذا الدم يدخل الى القلب ثم يخرج منه ، ولكنه لم يستطع ادراك كيف يسير الدم من جانب الجسم الى الجانب الآخر ، وكان على ملبيجي Malpighi ( ١٦٧٨ - ١٦٩٤ ) ان يكتشف الشعيرات الدموية باستخدام العدسات الجديدة وهي الميكروسكوب . /

✓ ان ما حققه هارفي من انتجازات على جسم الانسان كان له نفس الآثار الثورية على علم وظائف الأعضاء القديم لجالين مثل الآثار التي احدثتها اكتشافات جاليليو وكبلر على نظريات افلاطون وارسطو الفلكية / اوضح هارفي بأنه يمكن النظر الى جسم الانسان كأنه آلة هيدروليكية ، وانه ليس للأرواح الغامضة مكان فيه / بقيت افكار هارفي تميل الى افكار كوبرنيكوس وكبلر اكثر من ميلها الى جاليليو ، ولكن شعوره القوي كان يعلي عليه فكرة التشابه بين جسم الانسان والكون ٤-٧ / وفي هذا الموضوع كتب يقول « وهكذا فإن القلب هو واهب الحياة كما ان الشمس مركز الكون ، وبناءً على ذلك يمكن القول أن الشمس تستحق ان يطلق عليها قلب الكون وبفضلها ونبضاتها يتحرك الدم صانعاً الحياة ، وهذا الإله يحرس الكون ويمنع انحلاله وهو يؤدي واجبه لصالح الجسم كله بتغذيته ورعايته ، حيث انه صانع الحياة ومالك الكل » ولذلك وضع هارفي القلب في الجسم في نفس المكان الملكي الذي تربع فيه الشمس وسط الكون ، وكان لوصف هارفي الدورة الدموية بأنها عملية ميكانيكية الأثر الأكبر على فكرة آلية الجسم ولو ان هذه الآلة ليست بالسهولة التي تصورها رجال العصرين السادس والسابع عشر بل هي في متهمى التعقيد . /

✓ كان لاكتشاف هارفي الدورة الدموية تأثير بسيط على العلوم الطبية بالرغم من انها حققت وسائل منع نزيف الدم التي استغلها الجراحون في عملياتهم مثل

باري Paré كما أصبحت هذه الوسائل أساسية لعلم وظائف الأعضاء / أما الصورة التي استخلصت من اعمال هارفي للجسم البشري هي انه مجموعة من الأعضاء يمكن تشبيهها بالحقول المروية والتي تروى بنظام دوري يعمل على اتصالها ببعضها ويوزع الغذاء أي الحياة عليها جميعاً بطريقة كيميائية .



شكل (١٣٧)

نحت على الخشب بين الصمامات في الدورة الدموية من كتاب De Motu Cordis لوليم هارفي .

## الكيمياء /

جاء تصور الجسم البشري بالآلة وبأنه مجموعة من الأعضاء متأخراً بعض الوقت لأن التقدم في العلوم الكيميائية لم يكن قد بدأ في ذلك الوقت أي بين عامي ١٥٤٠ ، ١٦٤٠ / الرجل الوحيد الذي كرس حياته لهذا الموضوع هو النسل فان هلمونت Van Helmont ( ١٥٧٧ - ١٦٤٤ ) الذي درس الطب ومدارسه وكان من أتباع باراسيلس Paraceus ، ومؤيداً لأفكاره الصوفية بالرغم من جماعته التي كانت لا طائل تحتها / كانت افكاره عبارة عن صدى لاراء قديمة ترجع الى العصر

الأيوبي اليوناني ، وكان يعتقد ان العناصر الأساسية للحياة هي الهواء والماء ولم تكن نظريته فلسفية بقدر ما هي عملية لأنه استطاع ان يربي شجرة صفصاف من بذرة بإضافة الماء فقط ؛ كان هلمونت أول من سمى ودرس الغازات ممهداً الطريق الى انتصار العلوم الكيميائية فيما بعد / كانت خطوات التطور في العلوم الكيميائية بطيئة ولكنها ثابتة ، وكانت أهم الخطوات نحو التوسع في التجربة والتحسين في القياسات والزيادة في مجالات البحث وخاصة فيما يختص بتقطير الخمر . /

## ٦ - ٧) الفلسفة الجديدة

في عام ١٦٤٢ العام الذي توفي فيه جاليليو وُؤلد فيه نيوتون وبعد المعاناة الشديدة تم اقرار الاكتشافين العظيمين وهما دوران الكواكب حول الشمس والدورة الدموية / وبذلك تم انجاز أول موضوع ذهني في الثورة العلمية والقضاء على الصورة القديمة للكون / ولو أن الصورة الجديدة كانت سطحية إلا أن هذا الانجاز أتم وضع الأسس الجديدة لدراسة وفهر الطبيعة حيث لم يتم إلا القليل في ذلك الوقت له فوائد عملية عامة / وحتى التيليسكوب كان اختراعاً فنياً وليس علمياً / وقبل ان تحدث الثورة العلمية تأثيرها على الأفكار كان عليها ان تثبت وجودها بحيث يشعر بها ليس فقط المثقفون ولكن عامة الشعب ايضاً / كان عليها ان تثبت ان العلم الحديث قد اتى لهم بشيء جديد نافع / وخاصة ان الطبقة المغامرة من التجار والبحارة والحرفيين والموظفين واصحاب رؤوس الأموال الصغيرة كانوا قد بدأوا في القيام بثورتهم السياسية / ولذلك بدأ جاليليو بتنفيذ ذلك ولكنه كان يعيش في دولة فقدت حبتها لتجمدها بسرعة بمجرد قيام حركة الإصلاح . /

## المعلمان بيكون Bacon وديكارت Descartes

تولى تنفيذ هذه المهمة نبيان جاءا من دول الشمال الأقل ثقافة ولكنها كانت اكثر حيوية ونشاطاً وهما بيكون وديكارت فقد وقف كل من هذين العملاقين في منعطف الطريق بين ثقافة العصور الوسطى والعلم الحديث / كانا ملهمين شعبيين ورأيا يثاقب فكرهما امكانية الحصول على المعرفة واطلاع العالم عليها / كانا مشهورين ولكل منهما طريقته الخاصة في البحث والافتناع / ليس هذا فقط بل كانا ايضاً مختلفين في الطباع ومن الصعب ان تجد لهما مثيلين / فاحدهما وهو ديكارت كان فطناً ثاقب الفكر واثقاً من نفسه بالاضافة الى انه كان محامياً متفطرساً دائم الحضور

بين الجماهير / بينما الآخر وهو يكون كان منطوياً على نفسه وحيداً وفي الماضي كان جندياً  
مرتزقاً ولكن في الحقيقة كان كل منهما عنواناً لطبيعة الثورة العلمية في بلديهما /  
أكد يكون ضرورة التطبيقات العملية لنجاح النهضة الجديدة وتطور الفنون  
وفائدتها للحصول على المعلومات التي يستطيع الإدراك السليم تقديرها وخاصة في  
مظاهر الكون التي تحيط بالإنسان / وبسبب معيشته في بلاط الملكة اليزابيث والملك  
جيمس الأول ملك انكلترا أدرك أن مشاكله لم تكن نتيجة الكبت والحجر على حرية  
التفكير بقدر ما كانت بسبب الحاجة إلى وضع الأسس المتينة لتقبل الفلسفة الجديدة



شكل (١٢٨)

رينيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦-١٦٥٠) حفر في الخشب من صنع فرانس هالز Frans Hals

Hals

التي لم تحمل محل الفلسفة القديمة فقط بل وضعت حداً لفوضى الأفكار والتخمينات الباطلة التي أحدثتها حركة الإصلاح في انكلترا / ومن ناحية أخرى كان على ديكرات ان يناضل افكار وآراء العصور الوسطى المحصنة في جامعات فرنسا ، ونجح فقط في اقناع مفكرهم باستخدام المنطق والعقل بطريقة اوضح بكثير مما تعودوه .

### المنهج الجديد

كان لكلا المفكرين الوسائل العلمية ولكنها كانت مختلفة / كان سيكون مجمع العناصر اللازمة ثم يجري عليها التجارب ثم يستخلص منها النتائج المدعمة بالبراهين وهي الطريقة الاستقرائية / اما ديكرات فكان يؤمن بالبدييات التي تشق طريقها بحد السيف / وحمل هذا الرأي بفكره الرائق وكاد ينادي بأنه يستطيع اكتشاف اي شيء يمكن استنتاجه بالمنطق اما التجربة فتأتي كعامل مساعد وهي الطريقة الاستنتاجية / فالفارق الكبير بين طريقتيهما هو أن ديكرات استغل علمه ليقم نظاماً عالمياً / هذا النظام ولو انه اصبح اليوم في عالم النسيان إلا انه استطاع في وقت من الأوقات ان يحمل على نظام مفكري العصور الوسطى / اما ليكون فلم يضع نظاماً خاصاً به ولكنه كان مقتنعاً بالعمل الجماعي أو التشكيلي Organization وقدرة في بناء انظمة جديدة ، فكانت مهمته كما وصفها هي توفير الأدوات الجديدة للبناء - منطق Novum Organum /

هذا المنطق نرى انها كانتا مكملتين لبعضهما فيكون بمفهومه التشكيلي ادى الى انشاء الجمعية الملكية وهي أول جمعية علمية مؤثرة أما ديكرات فبرفضه الشديد لكل ما هو قديم وضع افكاراً جديدة كانت أساساً للنقاش الذي تم حول العالم المادي بطريقة كمية وهندسية /

كانت افكار المفكرين الفيلسوفين لا شك مصبوعة بآراء العصور الوسطى ولكن كل بطريقته الخاصة ، فكان فرانسيس بيكون يتبع مجموعة العلماء التقليديين امثال روجر بيكون Roger Bacon وفنسنت Vincent أو ما قبلهما امثال بليني Pliny وأرسطو Aristotle ، وكان في أول الأمر مهتماً بالطبيعة ولم يكن ملماً ولا متعاطفاً مع الرياضيات والفلسفة الحديثة وكانت طريقته غالباً سلبية تستند على البعد عن الأدبان واعمال السحر والأفكار العقيمة التي أدت الى ضلال الفلاسفة القدماء / ان خياله في انشاء « بيت سليمان » الذي جاء ذكره في كتابه New

Atlantis اطلانطس الجديدة ٤-٣٠ كان تعبيراً عن حلمه في انشاء عالم مثالي في احدى الجزر وهو النمط الذي يجب ان يكون عليه مرصد تيمو براهمة في نورانبج / ومن ناحية اخرى كان سيكون هو الألهام الذي أدى الى انشاء المعاهد العلمية / ولو ان يكون كان مؤمناً بالعلم التجريبي إلا انه لم يقم بأي تجربة في حياته ولم يستطع ادراك أهمية طريقة التجريد والاختصار الضرورية لاستخلاص الحقيقة وهي الطريقة التي استخدمها جاليليو بنجاح كبير / وكان يعتقد ان الخبرة المنظمة المطهرة من آراء القدماء كافية للحصول على المعرفة / وكانت معتقداته العلمية ليست جديدة اكتسبها بالقراءة وخاصة قراءة كتب تيليسيس Telesius الذي انتقد آراءه ولكنه اسماء أول المجددين / كان تيليسيس (١٥٠٩ - ١٥٨٨) عالماً إيطالياً وهو أول من هدم نظرية أرسطو ووضع نظاماً جديداً وكانت أعظم انجازاته هي الغاء الأسباب الأساسية والنهائية لأرسطو والاحتفاظ فقط بالمادة والأسباب المؤثرة / وفي هذا المجال تبعت كل العلوم اللاحقة / كانت أفكاره صدى لأفكار أناكسيمينيس Anaximenes ، وفي رأيه ان الكون يعمل بفضل الطاقة الكامنة في الحرارة والبرودة / وكان هذا بديهاً من قانون الطاقة / ولم تكن هذه الأفكار متقدمة عن فلسفة المفكرين الصينيين يانج Yang وين Yin /

ومنذ بدء حياة بيكون العلمية كان يناهز بالنظرية التي تقول : « ان هدف العلوم الأسمى هو اثراء الحياة الإنسانية بالاكشافات الحسية والقوى الضرورية » وكان يرى نفسه ليس بالعالم أو المخترع ولكن ملهماً للعلم والاختراع ، وفي هذا الموضوع يقول « اخذت على عاتقي ان ادق الأجراس لأدعو العقول المفكرة لتجتمع وتعمل » قال الاستاذ فارنجتون Farrington في دراسته لفرنسيس بيكون ما يأتي ٤-٦٥ « والآن من كل المنافع التي يمكن ان توهب للبشرية لا اجد واحدة اعظم من اكتشاف فنون جديدة أو توفير سلع لرفع مستوى معيشة الإنسان / أرى ذلك واضحاً بين عامة الشعب في العصور البدائية عندما كانوا يقدسون المخترعين والمكتشفين وكانوا يعتبرونهم من الآلهة / وكان واضحاً ان الأعمال الجليلية التي تمت كانشاء المدن وسن القوانين أو استئصال الطغاة لم تدم طويلاً بينما أعمال المخترعين ولو انها شيء ضئيل ليس لها أبهة أو ضياء تظهر في كل مكان وتبقى الى الأبد ولكن فوق كل شيء اذا استطاع انسان النجاح ليس في اتمام اختراع مهما كان مفيداً بل في اضاءة نور في الساء / هذا النور الذي اضاء الكون كله واثري معلوماتنا الحاضرة وانتشر هذا الضياء شيئاً فشيئاً ليظهر كل ما كان خفياً وغامضاً في الكون ألا وهو

سلطة الإنسان على هذا الكون وهو بطل الحرية وقاهر الطبيعة //

يعتبر سيكون بحق أول رجل عظيم استطاع ان يوجه العلم وجهة جديدة ، وهو الذي ربط العلم مرة اخرى بتطور الصناعة ١٤-١٥ // وفي هذا المنعطف كان سيكون خصماً لكل من سبقوه في نظرتهم الى انظمة الكون // فقد آمن بأنه اذا اعطى مجموعة من الباحثين الأكتفاء يمكنهم الوصول الى الحقيقة // اما ديكارت فكانت طريقته تختلف اختلافاً جوهرياً عن طريقة يكون حيث كان يحاول ان يثبت صحة نظريته هو وليس نظرية الآخرين وفي هذا اثبت ان الغطرسة الشخصية والادعاء اللتين كانتا عنوان عصر النهضة هما نفس غطرسة وادعاء الملاحين والتجار في ثمردهم ضد الحكام في نهاية العصر الانقطاعي وبداية عهد المهن الحرة ١٤-١٥ //

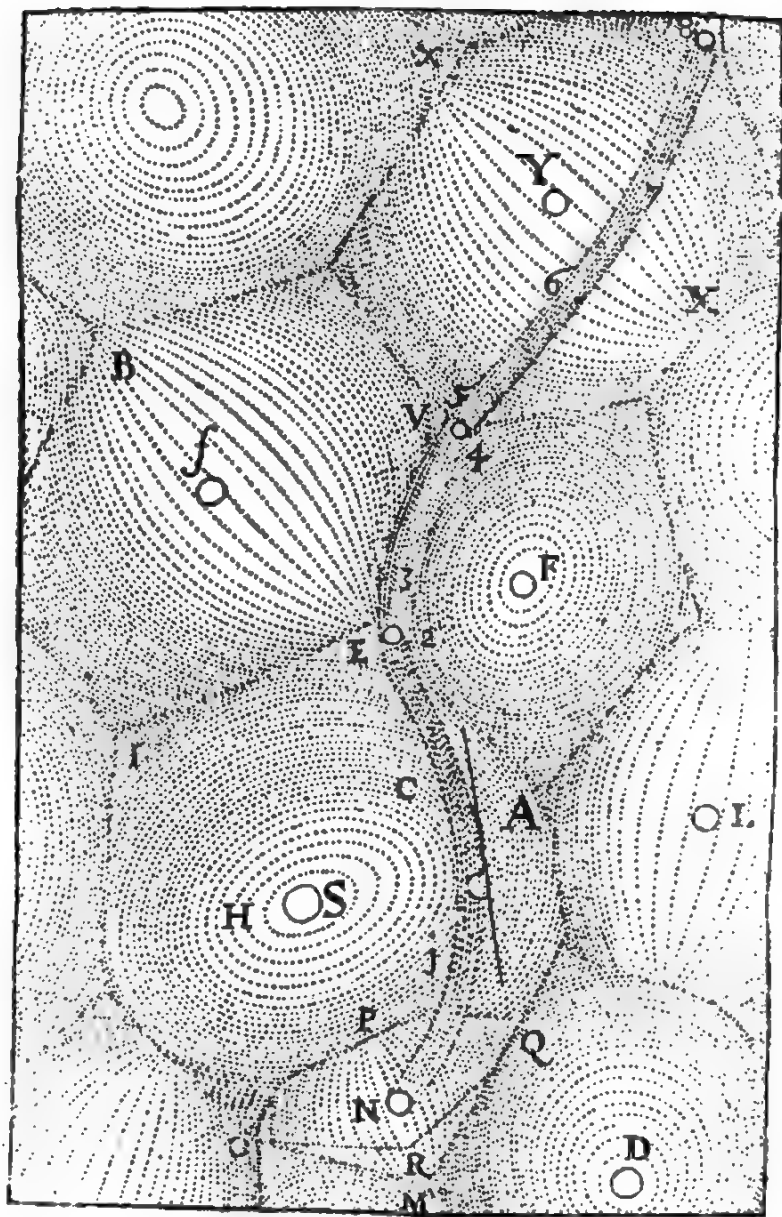
وباللاشعور احتوى نظام ديكارت الكثير من الأنظمة التي أراد أن يهدمها فكان هناك اصرار على المطلق الاستتاجي والمقترحات البدئية ، ولكنه بدأ في استخدام الرياضيات وكان في ذلك استاذاً عظيماً توصل الى النتائج التي لم يستطع الوصول اليها مفكرو العصور الوسطى // كانت اكبر انجازات ديكارت الرياضية استعمال الهندسة التحليلية والتي بواسطتها يمكن تمثيل المنحنى بمعادلة تمثل العلاقة بين القيم على الأحداثي والخط الثابت // وبذلك ازال الحاجز بين هندسة الأغريق وحساب مثلثات الأرقام عند المنود والعرب وهو الجبر وياتحادهما استطاع حل مشاكل لم تحل أو حاولوا حلها من قبل //

وفي هجومه ضد الفلسفة القديمة كان ديكارت حذراً بقدر ما كان شجاعاً ، لم يرغب في الدخول في صراع ومواجهة رجال الدين // هذا الصراع الذي أدى الى اذانة وحرق برونو في روما الكاثوليكية وسرنيتس في جنيف البروتستانتية // كان ديكارت لطيفاً ومجاملأً وكان يستخدم طرقاً ذكية لكي يجعل العلم ممكناً لقرون عديدة نشعر به الآن فقط //

#### شكل (١٢٩)

كان الكون في نظر ديكارت عبارة عن فضاء مملوء بجزيئات المادة ومرتببة في دوامات وكان يعتقد ان الشمس هي مركز لواحدة من تلك الدوامات والكواكب تدور في افلاك حولها . من كتاب ديكارت Epistolae رسالة أستردام ١٦٦٨ . //





## الخواص الأساسية والثانوية

صاغ ديكارت بدقة أكثر ممن سبقوه تقسيم الكون كما نراه الى جزء مادي وآخر معنوي / وإذا رجعنا الى الفلاسفة القدماء بدءاً من العرب واتباع سكوت Scotus في القرون الوسطى امثال روجر بيكون وفرانسيس بيكون نفسه نجد انهم كانوا متحفظين من جهة المعلومات التي جاءت عن طريق العقيدة أو الرؤية / وبالنسبة لديكارت اصبح هذا التقسيم منطقياً وجزءاً أساسياً في الفلسفة ونتيجة بديهية للتقليل من الخبرات الحسية والاتجاه أولاً نحو الميكانيكا ثم الى الهندسة / وكروني جاليليو يعتقد ديكارت ان الانتشار والحركة هما الحقيقتان الماديتان التي يعتبرهما الخواص الأساسية / اما المظاهر الأخرى كاللون والطعم والرائحة فيعتبرها خواص ثانوية / وبجانب هذا تمتد منطقة ثالثة ربما لا يصل اليها علم الفيزياء / وهي منطقة الانفعالات والعواطف كمعاطفة الحب والأرادة والأيمان / يختص العلم عادة بالمجموعة الأولى التي يمكن قياسها وهي أساس الفيزياء كما يختص في القليل بالمجموعة الثانية / وليس للعلم صلة بالمجموعة الثالثة حيث انها تقع في محيط الرؤية والألهام ٥٨٤ / وفي رأي ديكارت ان الحيوانات ومنها الإنسان عبارة عن آلات وبديهي ان يكون هناك اتصال بين آلية الإنسان الذي يحرك أطرافه تبعاً لخواص فيزيائية والروح والارادة الكامنتين فيه / كان ديكارت بسيطاً ولكنه جاد واقترح ان هذا الاتصال يتم خلال الغدة الصنوبرية الكائنة في قمة الجمجمة وهي اثرزوج من العيون كانتا في اسلافنا الزواحف وليس لها وظيفة الآن / ولذلك من المعقول ان تكون هذه الغدة هي المركز أو على الأقل مدخل الروح الانسانية المفكرة . /

## فصل العلم عن الدين

كان لتقسيم الكون الى جزء مادي وآخر معنوي الذي اقترحه ديكارت الأثر الأكبر الذي شجع العلماء على الماضي قدماً في ابحاثهم بعيداً عن تدخل رجال الدين حيث لم يتجاوز العلماء حدودهم الى الشؤون الدينية ولو ان ذلك كان من الصعب تجنبه أو الامتناع عنه / ادى ذلك الى خلق طبقة من العلماء يعيدين كل البعد عن مجالات كانوا يودون ارتيادها لمناقشة مواضيع دينية أو سياسية / كان ديكارت واحداً من هؤلاء العلماء ويروى انه كان في نيته ان يقدم ابحاثه كلها في كتاب باسم نظم الكون ولكنه في عام ١٦٣٣ عندما فرغ من كتابته علم ان الكنيسة في ايطاليا ادانت جاليليو لأنه اعتنق نظريات كوبرنيكوس الفلكية ، أثر ان لا

ينشره / أما الكنيسة فقد قررت ان نظام ارسطو - توماس ضروري لضمان صدق العقيدة / وحاولت أن لا تناهض النظم الأخرى خوفاً من وضعها موضع التساؤل / وبناء على ذلك كرس ديكارت حياته لأفناع رجال الكنيسة بأن نظامه الذي اقترحه يمكن ان يثبت وجود الله كأي نظام آخر بل احسن منها بكثير ومن أقواله / انا افكر اذن انا موجود / أي ان لا شيء يدل على ان الإنسان حي حقاً إلا انه يفكر ثم يقول : « اعتقد ان الجميع يمكنهم ان يتخيلوا ان هناك من هو احسن منهم اذاً فلا بد من وجود شيء مثالي » كان نظام ديكارت محصناً ضد أي هجوم لاهوتي / وبالرغم من معارضة رجال الجامعات فقد قبل نظامه في معظم الدول الكاثوليكية وخاصة فرنسا وتم ذلك في حياته واستمر هذا القبول قرابة قرن من الزمان بعد مماته /

بالرغم من ان نظام ديكارت غني بالرياضيات والملاحظات إلا انه في الحقيقة شبه قصيدة أو أسطورة لما يجب ان يكون عليه العلم الحديث وكان هذا مصدر جاذبيته ، وفي نفس الوقت خطورته ، فهو خليط من الاستنتاجات المبنية على التجارب الصحيحة وتلك التي استخلصها من مبادئه الأولية التي اختارها تبعاً لمنهج المبنى على الوضوح / كان هذا المنهج هو جوهر وحدود العلم في جامعات فرنسا في ذلك الوقت / وفي عيط المعرفة كان نظامه مقبولاً كما قبلت الديناميكا والكيمياء في القرن الثامن عشر والباكتريولوجيا في القرن التاسع عشر ، وامكنه بواسطة هذا النظام ان ينظم كل مجالات الحقيقة وليست الباطلة /

ايقرن ديكارت حدود الانسان المغامر وآمن انه لتحقيق الإنجازات في العالم يجب التعاون بين العقول المفكرة الكبيرة وفي كتابه / مقال عن المنهج / الذي وضعه لحسن توجيه العقل للحصول على الحقيقة يقول « هناك الكثير من التجارب التي لا نستطيع ان اقوم بها أو أمولها وحدي حتى اذا امتلكت مالا قدره الف مرة ما امتلكه الآن ، والذي استطع ان افعله هو ندائي الى كل من يرغب في الأسهم لخير البشرية ان يتصل بي لمساعدتي في القيام بالبحوث التي اجرها / وفي مكان آخر من الكتاب يقول ديكارت / « لقد اظهرت تجاربي انه يمكن الوصول الى الحقيقة في أي فرع من فروع المعرفة / فبدلاً من اعتناق الفلسفة التأملية التي تدرس في المدارس يمكن للمرأة ان يعتنق فلسفة تطبيقية بواسطتها يمكن معرفة طبيعة القوى واثرها مثل النار والماء والهواء والنجوم وكل الأجسام المحيطة بنا / كما يمكننا معرفة المماط الحرفيين في الصناعة واستخدامهم كل فيما تخصص فيه وبذلك يمكننا التحكم

✓ والسيطرة على الطبيعة، وليس الغرض من ذلك اختراع اشياء جديدة للتمتع بالحياة دون تعب فقط ولكن اساساً لاستمرار الحياة وتحسينها »

✓ وفي النهاية لم يختلف ديكرت عن بيكون كثيراً ولقد نال منه كل تقدير واعجاب / قامت بين ديكرت وبيكون اعمدة العلم التجريبي وارتفعت الى المستوى الذي ارتفعت اليه العلوم الأدبية ، ومنذ عهديهما اصبحت الفلسفة الطبيعية وليست التقليدية هي محور الاهتمام والمناقشة وبعد مائتي عام تقريباً شقت هذه الفلسفة طريقها الى جامعات انكلترا . /

✓ والآن جاء الوقت لانتشار العلوم الطبيعية وجني ثمارها وفي الفترة التالية من عام ١٦٥٠ - ١٦٩٠ تحقق حلم بيكون بحدوث التجديد أو إعادة البناء . / أي انق في الرجال بأن لا يحملوا افكاراً بل ينجزوا اعمالاً وبأن يتأكدوا بأنني لا اعمل لوضع اسس طائفية أو مذهبية بل اعمل لمنفعة البشرية وقوتها » /

## (٧ - ٧) المرحلة الثالثة العلم في الفترة ١٦٥٠ - ١٦٩٠

✓ عاصرت المرحلة الثالثة والجازمة في قيام العلم الحديث النصف الأخير من القرن السابع عشر / وكما رأينا كانت الأرض ممهدة لقيامها / حيث قضى على النظريات الأفطاعية التقليدية منذ مئات السنين ولو ان ذلك عاون على تقدم وتثبيت اقدام العلم إلا انه لم يكن السبب الوحيد ولا المباشر في انطلاق حركات البحث /  
✓ ففي أقل من خمسين سنة خلق العلم الحديث وتشعبت مجالاته وكان هذا النمو السريع اكثر تركيزاً من أي وقت سابق أو لاحق / وكان مركز هذا النمو لندن /  
✓ وباريس / حيث لم يجد علماء ايطاليا وهولندا مجالات جديدة للبحث بينما لم يتحرك احد من علماء وسط وشرق أوروبا . /

✓ اما السبب الرئيسي الذي ساعد على هذا النمو السريع للعلوم في انكلترا وفرنسا هو استقرار الحكومات فيها وسيادة الطبقة البرجوازية أو على الأقل قوتها ، /  
✓ ففي انكلترا كان من نتيجة الحرب الأهلية قيام ثورة حقيقية قام بها التجار الأثرياء بمعاونة الشعب واصحاب الأراضي الصغار تم بها سحب القوة من الملك والنبلاء / ولكن لم يدم هذا الانتصار طويلاً لم فقد قامت المشاجرات بينهم حيث كان للشعب ميول ديموقراطية تنذر بالخطر كما كانوا ينادون بالعدالة الاجتماعية ١٧٠٤ / وبمجرد ان عزل كرومويل عاد الوفاق بين التجار واصحاب

الأراضي / وجاء الملك شارل الثاني كأول ملك دستوري / وفي ذلك الوقت كان  
التجار يملكون ناصية الاقتصاد في البلاد ولكن ظهرت لأول مرة طبقة جديدة من اصحاب  
المصانع ، بعضهم من التجار والبعض الآخر من الحرفيين المهرة / كان لازدهار  
الصناعة والتجارة بعد الحرب الأهلية بالإضافة الى اتساع نطاق الملاحة الأثر الأكبر  
في التطور والتقدم الآلي الذي وصل القمة / وبذلك توافر المكان والزمان لتطور  
العلوم / في منتصف هذا القرن بالرغم من زعامة وثراء هولندا الكبير فقد كانت  
متخلفة في هذا المضمار / ومن ناحية أخرى كان قد مضت ستون سنة منذ ان قامت  
الثورة في هولندا التي انتهت باستقلالها عن اسبانيا / ولكن المساندة الشعبية التي  
ثبتت الاستقلال كانت قد تبددت واصبحت السلطة في يد تحالف التجار الأثرياء  
وملاك الأراضي / ولم تلبث الثورة ان اجهضت نتيجة الحروب التجارية دون الانتاج  
الجيد / ولذلك تخلفت هولندا ولم تستمر في المركز القيادي كما كانت / وفي نهاية  
هذا القرن رحل عنها كثير من الهولنديين الأكفاء واستوطنوا انكلترا / وهناك ساهموا  
في تقدمها تحت حكم الملك بينا رحل عنها عالمها العظيم كرسيتيان هيوجنس  
Christian Huggens الى باريس وهناك انجز معظم اعماله كعضو في الأكاديمية  
الفرنسية / ومن ناحية أخرى كانت الثورة العلمية في فرنسا لا تزال في المهد حيث  
كان نفوذ الأنطاخ والكنيسة قوياً ظهر في سحق هيوجنس / وكانت خطوات الثورة  
بطيئة تأثرت بالغاء مرسوم نانت عام ١٦٨٥ ، وكان من الصعب على دولة عظيمة  
كفرنسا - باعنى دولة اوروبية - ان تقف بعيداً عن مجال التقدم الاقتصادي العالمي /  
في ذلك الوقت تنازل النبلاء عن جزء من نفوذهم مقابل اعفائهم من الضرائب  
وتقرير معاشات لهم ومساهماتهم في اقامة المراكب في فرساي / وبذلك تركزت القوة  
في يدي الملك / ولكن كانت الادارة الحكومية تديرها الطبقة البرجوازية وكان  
معظمهم من المحامين الأذكياء « نبلاء الرداء » ومنهم ظهر معظم العلماء / وفي  
الحقيقة لم يعمل بهذا الوفاق الا في أوائل عهد لويس السادس عشر ( ١٦٦١ -  
١٦٨٣ ) تحت اشراف رجل الأعمال كولبير Colbert ، وحدث هذا في نفس  
الوقت الذي انتعش فيه العلم /

لعبت الممالك الأوروبية الأخرى دوراً صغيراً في تقدم العلوم / فللمانيا  
والنمسا كانتا قد بدأنا فترة التقاهة من ويلات حرب الثلاثين عاماً ( ١٦١٨ -  
١٦٤٨ ) وفي اسبانيا والبرتغال أوقفت تماماً محاكم التفتيش بينما في ايطاليا كان اتباع  
جاليليو يجاريون حرباً جسوراً ضد النفوذ الاكليريكي ١٦٣٤ ، ١٥١ / اما السويد

وبولندا وروسيا فكانت لا تزال مورد المواد الأولية وكانت في دور آلام المخاض من نظام عبودية الأرض والأقطاع وبالرغم من قوتهم العسكرية بدأوا يساهمون في تقدم العلوم /

### ✓ القرن العظيم

بعد الفوضى الكبيرة في الشؤون الدينية والسياسية التي انتشرت في المائة سنة الأخيرة اتسم النصف الأخير من القرن السابع عشر بالهدوء والازدهار ، وبالرغم من انتشار الحروب والطاعون في ذلك الوقت لم تتأثر الحركة العلمية إلا قليلاً / وساعد على ذلك عدم تدخل الحكومات في حرية تنقل العلماء وحركاتهم / كان هذا العصر عصر نقطة بناء الحضارة أو القرن العظيم / وفيه اعترف بفضل العلماء وكرموا كجزء من طبقة الأدباء / كانت اهتمامات الحكومات والطبقات الحاكمة في الدول المتقدمة تنحصر في التجارة والملاحة وكذلك الصناعة والزراعة / هذه الاهتمامات اقتضت تهيئة العوامل والقوى المحركة للوصول إلى قمة إنجازات المرحلة الثالثة للثورة العلمية / وهي الخطوة الأولى للمجهود المنظم اليقظ لاستغلال العلم في النواحي العملية / وكانت هذه هي الثمرة التي حث بيكون العلماء على جنبها قبل ذلك بثلاثين سنة وكانت طريقة بيكون سواء في أداء التجارب أو البحث المنظم هي وميلتهم /

✓ كان هؤلاء الرجال الذين قاموا بهذا الانجاز عنوان عصرهم وطابع بلادهم ، وبدلاً من ان يكونوا من رجال البلاط الملكي أو من رجال الجامعات الذين كانوا يعتمدون على الأمراء والنبلاء في معيشتهم وهو طابع علماء المرحلتين الأولى والثانية / أصبحوا في القرن السابع عشر من مشجعي الفنون وهم رجال اعتمدوا على أنفسهم وكان معظمهم من التجار وملاك الأراضي والأطباء والمحامين وبعض رجال الدين / وبالرغم من انهم طلبوا مساعدة الملك إلا انهم لما ينالوا منه شيئاً / فالملك شارل الثاني لم يساهم بئس واحد لتشجيع البحوث ولا الجمعية الملكية ولم يحاول قط أن يجد الوقت لزيارتها / وكان على مشجعي الفنون ان يمولوا البحوث العلمية من ماله الخاص / ولما امتلأت جيوبهم بسرعة نتيجة انتشار وازدهار التجارة امتد نفوذهم إلى البلاد الأخرى التي تطور فيها العلم كما تبني بعضهم العلماء مثل روبرت بويل Robert Boyle الذي احتضن هوك Hooke وهو ابن قسيس فقير كما احتضن كرستيان هيوجنس دينيس بابن Denis Papin . كان

هؤلاء الرجال شغوفون بالعلوم فلم يبخلوا بالمال للصرف عليها / ولما كثرت عددهم  
انجذبوا بعضهم لبعض وتجمعوا وناقشوا وتبادلوا المعرفة / وفضل تأثير افكار  
وفلسفة بيكون فكروا في انشاء مؤسسة الغرض منها محاولة معرفة اسرار الطبيعة عن  
طريق العمل الجماعي التعاوني /

### انشاء الجمعيات العلمية

كانت المرحلة الثالثة للثورة العلمية مرحلة انشاء أول جمعيتين علميتين على  
اسس متينة وهما الجمعية الملكية بلندن / والأكاديمية العلمية بباريس / وقد كرستا  
مجهودهما في تطوير وتحسين المشكلات الفنية المعروضة في ذلك الوقت وخاصة  
المضخات والآلات الهيدروليكية والمدفعية ووسائل الملاحة بعيدتين كل البعد عن  
المنافشات الفلسفية / وفي الحقيقة كانت مشكلات الملاحة هي الدافع لتطوير  
الوسائل العلمية / كان من نتيجة هذا اتحاد العنصرين الأولين للعلم الحديث وهما  
الميكانيكا والفلك وهذا هو احد انجازات نيوتون / وفي الجزء الأخير من هذا  
الفصل سأحاول تتبع بعض خيوط المحاولات والمناقشات التي أدت الى هذا  
الاتحاد / وفي هذه المرحلة تم انجاز الكثير من النتائج العملية من خلال دراسة  
المضخات / وكان أول هذه النتائج اكتشاف الفراغ ثم قوانين الغازات التي انتهت  
باختراع الآلة البخارية / وكذلك ثورة الكيمياء في الهواء المضغوط في القرن  
التالي ، / ومنذ انشاء الجمعيات العلمية تم الاعتراف الكامل بالعلم كعامل من  
عوامل الثقافة .

كانت فكرة انشاء الجمعيات العلمية قديمة جداً فالأكاديمية العلمية في ليسيم  
Lycseum ومتحف الاسكندرية ( ص ٢١٢ ) امثلة لذلك ولم تكن الجامعات  
الاسلامية والمسيحية إلا امثلة أخرى لهذه الجمعيات / ولكن بمجيء القرن السابع  
عشر أصبح واضحاً أن هذه الجامعات لا تستطيع حل المشاكل الجديدة ، فلا بد  
من ظهور شيء مختلف ، وسرعان ما ظهر هذا الشيء في رسالات ملهمين من نوع  
جديد امثال فرنسيس بيكون وكذلك في التجمع التفقائي السريع للرجال المهتمين  
بالشؤون العلمية والاعتراف الرسمي بهم ١٤٦-٤ / ومن ضمن الملهمين المحددون  
كومينيس John Comenius ( ١٥٩٢ - ١٦٧٠ ) آخر اساقفة كنيسة مورفان  
Moravian وكان شخصية فذة ، اهتم بالعلم كجزء من دراساته الجامعية ، وكرس  
معظم حياته في تشجيع البحوث العلمية / وهو الذي خطط لإنشاء كلية الباسيفيك  
حيث كانت تجري التجارب الفلسفية / ترك كومينيس بوهيميا بسبب حرب

الثلثين عاماً وعاش متجولاً وعرف بين الدول بطرقه الناجحة في التعليم والتربية ،  
 وبدأت شهرته تتألق عندما أصبحت الحاجة ماسة الى وجود رجال علمانيين مثقفين  
 لتنظيم الادارة الحكومية / وفي عام ١٦٤١ جاء كومينس الى انكلترا بدعوة من  
 برلمانها ، وكان أملة كبيراً في انشاء كلية / ولكن بالنسبة لوجود صعوبات عديدة في  
 ذلك الوقت لم يستطع ذلك / ولكن أدى نفوذه القوي الى تثبيت اقدام الجمعية  
 الملكية ١٤٦-٤ /

وفي الحقيقة كانت أول جمعيتين علميتين أنشئت هما اكااديمية لنسي Lincei  
 بروما ( ١٦٠٠ - ١٦٣٠ ) و اكااديمية سيمنتو Cemento بفلورنسا ( ١٦٥١ -  
 ١٦٦٧ ) ٤-١٥ ولو انها كانتا على مثال الجمعيات العلمية إلا انها ظهرت متأخرتين  
 على المسرح الايطالي / ولا استمرار وجود المعوقات للعلوم الحديثة بايطاليا لم يستطعا  
 البقاء طويلاً / ومن جهة اخرى كانت الجمعية الملكية بلندن ( ١٦٦٢ ) والأكاديمية  
 العلمية بباريس ( ١٦٦٦ ) أكثر حظاً منها حيث تكونتا في بادئ الأمر من اعضاء  
 شغوفين بالعلم الحديث /

وفي فرنسا اجتمع العلماء الفرنسيون ومن بينهم جاسندي Gassendi  
 مكتشف النظرية الذرية في بيت محام ثري اسمه بيرسك Pieresc عام  
 ١٦٢٠-٤١ / في اكس بروفنس Aix-en-Provence واستمر هذا البيت المركز  
 الحقيقي للنشاط العلمي في ذلك الوقت الى ان توفي عام ١٦٤٨ ، ثم انتقل الى  
 صومعة راهب كاثوليكي اسمه مرسين Mersenne ولم يكن عالماً بل شغوفاً بالعلم /  
 لم يكل ولم يتعب وعمل في مكتب للبريد يجمع اعمال العلماء من انحاء أوروبا من  
 عهد جاليليو الى عهد هوبز Hobbes ٤-٦ / وبعد مرسين كانت الاجتماعات تعقد  
 في بيت محام آخر اسمه مونت مور Montmor وفي هذا المكان انبثقت فكرة انشاء  
 الأكاديمية الملكية / ثم ظهر مشجع آخر للعلوم من نوع جديد هو رينودوت  
 Renaudot ( ١٦٧٩ ) وكان طبيباً نشطاً ميالاً للعراك / احدث قلقاً لكلية طب  
 باريس حيث فتح مستوصفاً لعلاج الفقراء بالمجان والحق به قاعة للمحاضرات  
 والاجتماعات العلمية / كما انشأ داراً للنشر ومكتباً للتوظيف / وجهاز كل ذلك  
 بالمعدات اللازمة من ماله الخاص / وبوفاة الكاردينال مازارين Mazarin عام  
 ١٦٦١ استطاع اعداؤه غلق الأكاديمية ووقف كل تقدم في العلوم فترة تزيد على  
 المائة عام /



وفي انكلترا كان اجتماع العلماء التجريبيين عام ١٦٤٥ ، علامة انتهاء الحرب الأهلية وكان معظمهم من البرلمانيين المتعاطفين مع العلم والقليل منهم ينتمون الى طائفة البيوريتان الذين لم يشتركوا في الصراع الدائر / وكان المحرك والقائد للمجموعة هو جون ولكنز John Wilkins وكان من رجال الكهنوت مهتماً بالسياسة تزوج اخت كرومويل وعين اسقفاً لشستر وبالرغم من انه كان من رجال الدين إلا انه كان مصراً على مساندة الفلسفة الجديدة وكان من زملاء ولكنز الرياضي والدكتور واليس Wallis والدكتور ثيودور هاك Theodore Haak وهو لاجئ الماني وهو الذي اقترح عقد اجتماعات اسبوعية وبعد عدة اجتماعات قرروا عام ١٦٤٦ ان يكون مكان الاجتماع في اكسفورد / وقد اعيد تشكيل جامعتها بمرسوم برلماني واصبح الكثير من أعضائها نواب المجالس النيابية / وحتى عصر الإصلاح عام ١٦٦٠ كانت اكسفورد المركز القياسي الراض لأراء أرسطو التي كانت موضع التجيل قبل ذلك وبعده / وفي ذلك الوقت انضم الى صفوف الجماعة ثلاثة من الشبان المتحمسين الذين كانوا يشرون بمستقبل باهر وهم النبيل روبرت بويل Robert Boyle وسير وليم بيتي William Petty والدكتور كرسطوفر Christopher وأيضاً ولو بنصيب متواضع روبرت هوك Robert Hooke الرجل الذي عمل كل جهده لتثبيت اقدام الجمعية الملكية وكان من أعضاء الجمعية توماس سبرات Thomas Sprat أسقف روشستر مؤرخ الجمعية الذي كتب يقول ١٣٩٤-١٤٠ : / كان الغرض من تجمعهم لا يتعدى الشعور باستنشاق هواء نقي والمناقشة الحرة في هدوء دون انفعالات نفسية في جو هذا العهد الموحش ، وإذا لم يكن في تجمعهم فائدة إلا هذه المزايا فهذا كان كافياً ، ومن هنا نشأ جيل من الشباب المحضن ضد معارضة رجال العصر التالي الذين تلقوا على ايديهم أول انطباعاتهم عن المعرفة الواعية الكريمة وكانوا محصنين ضد كل الترانيم الحماسية للفلسفة الجديدة / هذه الفلسفة الجديدة لم تفرقنا ايدياً الى فئات متصارعة ، وهي التي اعطتنا المكان لكي نختلف دون بغضاء أو كراهية وسمحت لنا بالتأملات المضادة دون خطر من حرب أهلية . /

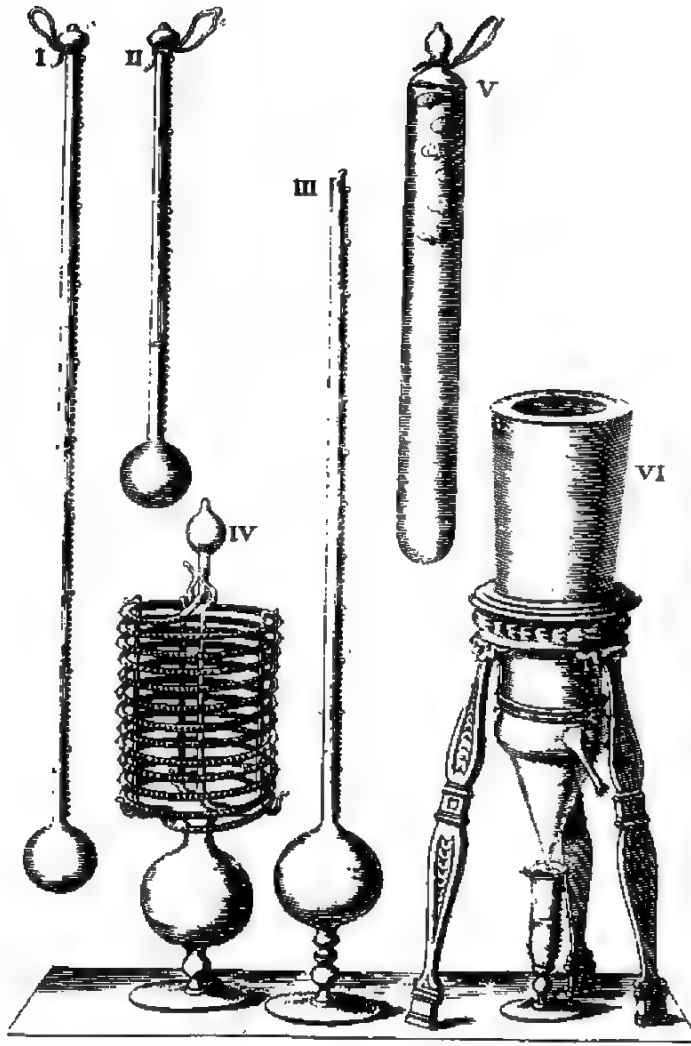
كانت اجتماعات تلك الجماعة متعددة وبقدر ما تسمح لهم اعمالهم ، وكانت جلساتهم جلسات عمل تم فيها المحادثات والمناقشات واجراء بعض التجارب الخاصة في علمي الكيمياء والميكانيكا ، ولم يكن لديهم أي قوانين أو طرق ثابتة وكان كل همهم الاتصال ببعضهم ومعرفة اخبارهم العلمية واكتشافاتهم التي

استطاعوا انجازها في محيطهم الضيق /

وفي أول الأمر كان هواة العلم يجتمعون ويتناقشون ويعرض كل منهم تجاربه ويكتبون الخطابات الى اصدقائهم الغائبين أو الى زملائهم في الدول الأخرى ، ومن هذه المجتمعات بدأت الاتصالات وظهرت النشرات العلمية بطريقة غير رسمية ولا منظمة ، ثم اعقب ذلك الاتصالات المنظمة الدورية المسجلة ، واخيراً ظهرت الحاجة لعلماء انكلترا وفرنسا بضرورة انشاء مؤسسة ثابتة ليتمكنوا من خلالها الاستمرار في أعمالهم ، وابتقنوا ان هذا الاستمرار يتوقف على ظهور نتائج عملية إيجابية لأعمالهم وهذا يحتاج الى مال واهتمام أكثر /

اما الخطوات التي تمت في هذا الموضوع ، فقد اختلفت باختلاف طبيعة الحالة الاقتصادية في كل من المملكتين / ففي فرنسا حيث كانت السلطة مركزة في ايدي رجال الحكومة كان طبيعياً ان يكون تأسيس الجمعية ليس فقط على ايدي الملك بل يتمويل منه / في ذلك الوقت حاول كليبر اقامة صناعة وطنية في فرنسا ، ولذلك لم يكن صعباً التأثير عليه للمعاونة في انشاء الأكاديمية العلمية لتقابل اكاديمية مازارين للاداب والفنون الجميلة ، ولكن كان المظهر والأبهة في الدولة من لوازم عظمة المملكة « الملك الشمس » كالتجارة تماماً / اما الصناعات التي اختارها كليبر فكانت صناعة المنسوجات الحريرية في ليون وصناعة الخزف في سيفر والسجاد والجوهرلان في باريس ، وكانت هذه الصناعات تعتبر من الأشياء الهامة كصناعة بناء السفن الحربية ١٤-١٥ /

ومن ناحية أخرى كانت انكلترا لا تزال تعيش عصر الإصلاح ، وكان هناك بعض آثار الاستقلال الشعبي ، حيث كانت الثروات الحقيقية في ايدي ملاك الأراضي الأرستقراطيين والتجار / وكان المطلوب من الملك الرعاية فقط لتأسيس الجمعية الملكية ، / وكان اعضاء الجمعية الجديدة يدفعون الاشتراكات لتحقيق وجودهم العلمي وكان الاشتراك شلناً واحداً في الأسبوع / وكان من الصعب ليس فقط جمع هذه الاشتراكات بل لم تكن كافية لدفع اجور السكرتير وأمين الجمعية الذي كان يجب ان يكون عتازاً في المعلومات الفلسفية والرياضية كما يجب ان يكون فطناً قوياً للملاحظة قادراً على الاستفسار والتقصي علماً بالتجارب الطبيعية والفنية ، وكان عليه ان يقدم الى الجمعية في كل اجتماع ثلاث أو أربع تجارب دون ان ينتظر اي مكافأة الى ان تحصل الجمعية على رصيده كافٍ تستطيع منه الدفع ١٩-٢٦ ، ٥٣ ، ٨٣ ، ١٢٤ /



شكل (١٣٠)

كانت أكاديمية سيمنتو Cimento من أوائل الجمعيات العلمية التي انشئت في فلورنسا عام ١٦٥٧ ، وضع أساسها تلميذان من تلاميذ جاليليو هما فنزينزو فيقياتي Vincenzo Viviani (١٦٧١-١٧٠٣) وإيفانجيلو توريشلي Evangelist Torricelli (١٦٠٨-١٦٤٧) وكان ذلك قبل افتتاحها الرسمي بعدة سنوات . في الرسم انواع مختلفة من الترمومترات ومقياس للمطر .

كانت النتيجة الطبيعية لأعتراف الدولة بهذه الجمعيات هي توافق الأفكار بينهما والبعد عن المناقشات وإصدار النشرات في الأمور الدينية والسياسية / وفي فرنسا سحبت الكنيسة كارهة تأييدها السابق وإصرارها على قبول نظام أرسطو ، وقبلت الحل الوسط الذي اقترحه ديكارت / وفي انكلترا حدث نفس الشيء فقد تم توزيع مجالات الاهتمام ولكن بطريقة مختلفة ، فكان من نتيجة الاضطرابات والمشاكل المتعددة التي نتجت بعد الثورة الكبرى في منتصف القرن السابع عشر رغبة العلماء في البعد عن المناقشات اللاهوتية والسياسية التي كانت تشغل بال المثقفين في ذلك الوقت ، وجاء في مقدمة مشروع انشاء الجمعية الملكية الذي قدمه هوك عام ١٦٦٣ ما يلي : « ان وظيفة الجمعية الملكية هي تحسين المعلومات عن الأشياء الطبيعية وكل الفنون المفيدة ، وهي الصناعات وممارسة الآلات والميكانيكا والاختراعات والتجارب وعدم التدخل في الأمور اللاهوتية والميتافيزيقية والسياسية وكذلك المنطق والفلسفة والنمو » ١٩-٤

#### الوعد والوفاء

#### فشل في البداية ونجاح في النهاية

من الملاحظ انه لم يستمر نشاط الجمعيتين العلميتين في كل من فرنسا وانكلترا إلا لفترة قصيرة / ففي عام ١٦٩٠ ، كان كل منهما في موقف حرج وكانتا في حالة تدهور وانحلال / اما عودتهما الى نشاطهما في القرن الثامن عشر فقام على اسس جديدة ، وما ساعد على عودتهما الى الحياة مرة اخرى التشجيع العام / كان اهتمام المجتمع دلالة على ان العلم اصبح في ذلك الوقت شيئاً ممتعاً ومشوقاً وربما نافعاً / ادرك ذلك فرنسيس بيكون وروجر بيكون منذ أربعة قرون وان دراسة الطبيعة هي الوسيلة الوحيدة للسيطرة عليها واخضاعها لمنفعة الانسان ، ولكن هناك فرق كبير بين الفكرة والانجاز وكان هناك مجال واحد - ولو انه هام جداً - وهو الفلك والملاحة الذي اظهر فيه العلم وخاصة الفيزياء والرياضيات فائدة حقيقية - فقد استطاع السير انتوني دين Antony Deane عام ١٦٦٦ ، أن يقيس غاطس السفينة قبل انزالها في الماء ، ولكن ذلك لم يؤثر في صناعة بناء السفن كثيراً / ولقد اعطت الجمعية الملكية وعوداً اكثر مما استطاعت انجازها / وعلى المدى القصير كان هناك بعض التبرير للسخرية التي قابل بها المفكرون غير العلميين اعمال الجمعية ويتمثل هذا في النقد الساخر لسويفت Swift من رحلات جوليفر Gulliver's



شكل (١٣١)

الجمعية الملكية بلندن - انشئت للتقدم في المعلومات عن الطبيعة عام ١٦٦٠ ونالت مرسوم تأسيسها عام ١٦٦٢ . كتب توماس سبرات Thomas Sprat (١٦٣٦-١٧١٣) أسقف روشستر تاريخ الجمعية عام ١٦٦٧ ، ولو انه لم يكن تاريخاً بل كان دفاعاً عن الجمعية .  
 تبين الصورة لورد برونكر Brouncker أول رئيس للجمعية ( على اليسار ) والملك شارل الثاني شفيع الجمعية ( في الوسط ) وفرنسيس بيكون ( على اليمين ) .

Travel أما على الأمد البعيد فكان التأثير مختلفاً فتوجيه انظار الطبيعيين الى التجارة امكن وضع اسس جديدة للتقييم العقلاني واصلاح الفنون التقليدية وكذلك الصناعات في القرن التالي / هذه الأسس هي التي مهدت لقيام الثورة الصناعية والتي أدت مباشرة الى طابع هذه الثورة - الآلة البخارية - والتي بحق يمكن ان يطلق عليها « الآلة الفلسفية » / انها ليست ثمرة مجهود فرد واحد او مخترع واحد ولكن ثمرة مجهود مجموعة من العلماء في اكااديمية سيمستر والجمعية الملكية بلندن والأكاديمية الفرنسية /

### ✓ اصبح العلم مؤسسة

كان لتأسيس الجمعيات العلمية تأثير آخر اكثر دواماً وبقاءً - فقد جعلت من العلم مؤسسة لها الجلال والهيبة ولسوء الحظ بعض التباهي والتزمت المفرط كالمؤسسات القديمة للحقوق والطب / اصبحت هذه الجمعيات هيئات للتحكيم في الشؤون العلمية لها محلفين والسلطة والنفوذ لرفض واستبعاد الكثير من الدجالين والمخبولين الذين كان من الصعب على عامة الشعب ان يفرقوا بينهم وبين العلماء الحقيقيين / ولسوء الحظ استطاعوا ان يبعدوا ولو الى وقت قصير الكثير من الآراء الثورية في العلوم المتداولة /

✓ غطت اهتمامات جماعة العلماء في أواخر القرن السابع عشر - كما بينت ذلك محاضر جلساتهم - كل مجالات البحث عن الطبيعة والحياة العملية بدءاً من ابعاد النجوم الى الكائنات الدقيقة ومن الصباغة الى الحبوب السامة ١٣٩-٤، ١٤٠.

✓ وفي عام ١٦٦٣ كتب الأسقف سيرات أول بيان عن انشاء اول هيئة علمية جديدة وهو « تاريخ الجمعية الملكية » عندما كانت في العام الخامس من عمرها / كان هذا البيان اكثر من سرد لتاريخ الجمعية فكان برنامجاً وفي نفس الوقت دفاعاً عن الفلسفة العملية الجديدة وبعد ادانة بعض الفلاسفة المتعنتين صرح بقوله : « الطراز الثالث من الفلاسفة الجدد هم الذين لقوا المعارضة من الذين سبقوهم » وهم الذين وضعوا لأنفسهم منهجاً لاجراء تجاربهم ، وكان هذا المنهج بطيئاً ولكنه صحيح وقد اصلوا العمل بقدر ما سمحت ظروف حياتهم القصيرة أو تنوع شؤونهم الأخرى أو ضيق مواردهم المالية . كان سيرات يدافع وينادي بحق الائتحاق بالجمعية العلمية لكل الطبقات ولكل المهن من جميع الدول ثم اشار الى

سبب الحياة الجوهرى Raison d'etre حيث قال :

ان هذا هو طابع العصر الذي نعيش فيه ، ان العقول المفكرة المبدعة التي تقوم بالتجارب متفرقة حتى في هذا القطر ، فاذا وجدنا واحداً أو اثنين فمن الصعب الحصول على العدد الكافي من الرجال لأجراء مثل هذه التجارب ، فكل الأماكن والأركان مشغولة بهذا العمل ونجد كثيراً من المآثر ووسائل التشجيع تقدم كل يوم من الشركات الصناعية ومن التجار والمزارعين والرياضيين وصيادي الأسماك ، اما الشك فيمس الأجيال القادمة ولكننا نعدهم بأنهم سوف لا يكونون عقيمين ويحرمون من العقول الفضولية حيث أصبح الطريق مهذاً امامهم عندما يتذوقون ثمرات هذا الجهد المبذول / وينبغي سبرات هذا النقاش حول اجراء التجارب ووسائلها في الجمعية بالتعليق على طريقة مناقشتهم ويصر على التخلص من الكلام المنمق والمطول والزائد عن الحاجة / ولهذا السبب رفض بصراحة التضخم والاستطراد والاسهاب في القول والرجوع الى الاختصار والوضوح عند عرض الموضوعات وفرض على جميع الأعضاء ان يسلكوا طريق الكلام الواضح والعبارات السهلة والبساطة في التعبير وتقريب المعلومات الى الأذهان كما توضحها الأرقام الرياضية وتفضيل لغة الحرفيين والفلاحين والتجار على لغة العلماء /

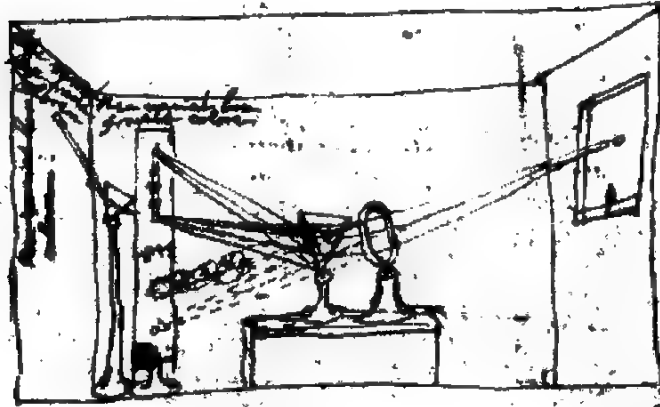
كانت النتيجة ان اسلوب اللغة الانكليزية بسط تبسيطاً شديداً في أواخر القرن السابع عشر ٩٦-٩٧ ، وبعد مائة عام كتب صمويل جونسون Samuel Johnson تعليقا على بيان سبرات بقوله : ١٧ هذا من الكتب القليلة التي استطاعت ان تحافظ على اختيار العواطف وانتقاء الكلمات المنمقة ولو انه عالج موضوعاً متغيراً وعابراً لم والان نقرأ تاريخ الجمعية الملكية ليس بفرض معرفة ماذا كانوا يصنعون ولكن لمعرفة كيف كانت تدار جلساتهم برئاسة برات ٩٤-٩٦ .

مراكز الاهتمام في التقنية

كان واضحاً في أول الأمر انه يمكن لأي شيء ولكل شيء ان يتطور بواسطة البحوث الفلسفية ، ومع ذلك كانت هناك مجالات جذبت انتباه متذوقي الفنون الجديدة وهي التوسع في التجارة والصناعة ، وأول هذه الموضوعات كان تطوير العلوم الفلكية لخدمة الملاحة في المحيطات ، وخاصة حل مشكلة معرفة خطوط الطول ، وكان هذا مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمشكلة معرفة حقيقة ونظام المجموعة الشمسية التي تم التعرف عليها ولكن لم تقس فيزيائياً ، أضف الى ذلك ان الفلك

هو الذي قدم احسن مجال لتوضيح طبيعة الكون رياضياً ، وجاء الحل الأخير على  
يدي نيوتون وكان هذا بحق اكبر انجاز واعظم انتصار للعلم الحديث .

ولكن هذا الاهتمام المعاصر يجب ان لا يتغني الانجازات الأخرى للعلم  
والتي لا تقل أهمية عن موضوع المجموعة الشمسية ، ومن هذه الانجازات  
العدسات ونظرية الضوء المرتبطة بالتيليسكوب وأهميته للفلك - والميكروسكوب  
وأهميته لعلوم الحياة / ومن الانجازات الأخرى استخدام الهواء المضغوط والفراغ  
الذين أديا الى التقدم العظيم في الصناعة / كانت مشكلة الفراغ موضع الجدل  
والخلاف بين المفكرين منذ أيام الاغريق / ساعدت التجارب العملية الجديدة التي  
اثبتت وجوده في احياء النظرية الذرية لديموقريطس التي قدمت الحلول العقلانية



شكل (١٣٢)

رسم لنيوتون يبين تجربة استعمال الموشور ويرى في الصورة الضوء يدخل من ثقب في النافذة  
(على اليمين) ويمر هذا الشعاع من خلال عدسة فينتفرق بواسطة الموشور الى الطيف بألوانه  
المختلفة . وعلى اليسار موشور آخر لا يحدث تفرقاً للضوء مثبثاً ان ألوان الطيف هي التي تكون  
الضوء الأبيض .

من كتاب الكلية الجديدة New College باكسفورد .

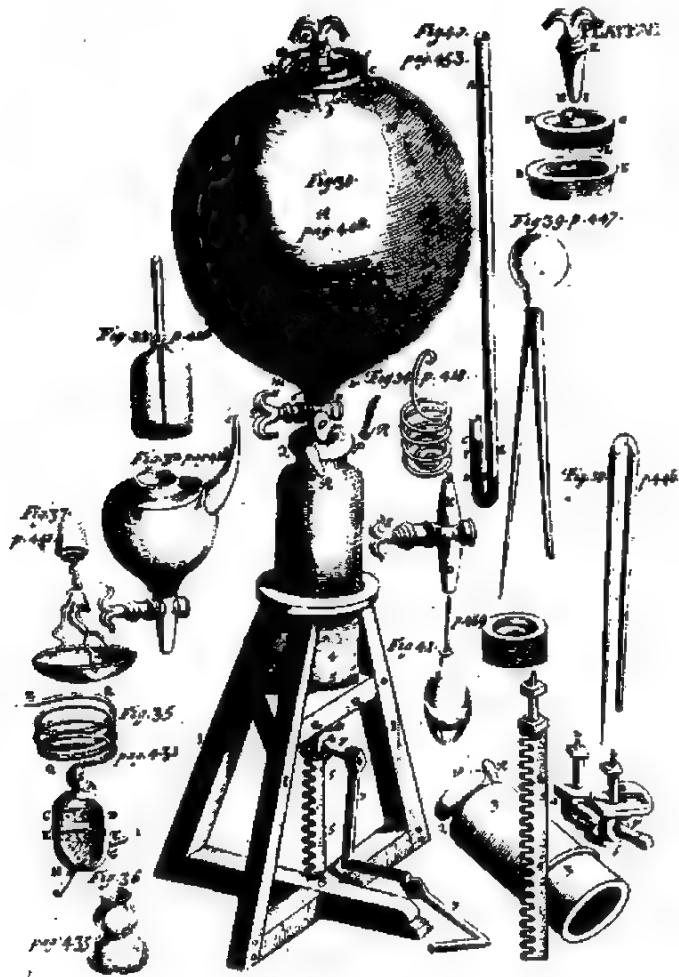


والتفسيرات الكمية في محيط الكيمياء التي كانت في ذلك الوقت احد السبل للتقنية والحلول الأسطورية / ومن ناحية اخرى كانت الكيمياء مرتبطة ببدء ظهور علم وظائف الأعضاء / اما التساؤلات عن طبيعة الدم ووظائف الرئتين وعمل الأعصاب والعضلات وعمليات الهضم كل ذلك نوقشت وبحثت على ضوء الفلسفة المادية الجديدة / هذه المواضيع المختلفة لم تكن بعيدة عن تناول رجال هذا العهد ، وفي الحقيقة قد أحسن عرضها وتوضيحها أثناء حياتهم وفي أعمالهم ، وكان من ضمن هؤلاء العلماء المبرزين روبرت بويل ومساعدته روبرت هوك . /

روبرت بويل Robert Boyle

وُلد روبرت بويل في لسمور Lismore عام ١٦٢٧ وهو الولد السابع والأبن الثالث عشر لرتشارد بويل أمير كورك وكان شرساً ومغتصباً للأراضي في عهد الملكة إليزابيث ١٦٠٤-١٢٢٠ / أمضى روبرت بويل معظم حياته وسط جماعة البيورتيان حيث حول عقيدته كعاصريه بسكال وستينو / يختلف بويل عن بسكال (\*) (\*) فلم يغير نظريته نحو العلم بل بالعكس حاول بكل الطرق ان يستغله في الكشف عن الحقيقة ، ولهذا السبب وسبب آخر هو اعفاؤه من الخدمة العسكرية مدى الحياة عاش متقشفاً وزاهداً ولم يشارك في الحرب الأهلية وكرس حياته وثروته في السعي نحو الفلسفة التجريبية الجديدة / عمل بويل مع الكلية الخفية باكسفورد Invisible College وكان من مؤسسي الجمعية الملكية وعين رئيساً لها عام ١٦٨٠ ولكنه تنحى عنها بسبب عدم رضائه عن بعض التصرفات / كان بويل دون شك ابرز عضو في الجمعية الملكية كما كان نيوتون عندما كان رئيساً لها وكتب الكثير من الكتب في الشؤون الدينية والعلمية ، أما أشهر أعماله غير مرونة الهواء Spring of Air كان Seraphick Lover وكذلك الكيماوي المرتاب والتجارب الفاشلة The Skeptical Chymist and the Unsuccessfulness of Experiments

/ كان الاهتمام المبكر لبويل في النظرية الذرية هو الذي هداه الى الكشف العظيم عن الفراغ وقوانين الغاز ، وبعد ذلك لم يكن موفقاً بسبب عدم تمكنه من الرياضيات عدم حذقه أداء التجارب العملية ، ولكن السبب الرئيسي هو محاولته شرح مشاكل الكيمياء بنظريات ميكانيكية لا يمكن تطبيقها / وقبل جمع الأدلة الكافية لحلها بوسائل أخرى / أما اهتماماته الأخرى فكانت في محيط علمي ووظائف الأعضاء والطب حيث كان الأمل ضعيفاً في حل مشاكلها ومع ذلك شجع



شكل (١٣٣)

آلة لتفريغ الهواء صممها روبرت هوك لروبرت بويل .  
 الصورة مأخوذة من كتاب روبرت بويل وعنوانه « تجارب جديدة في الفيزياء والميكانيكا لندن عام ١٦٦٠ » .

بويل الآخرين على الاهتمام بالعلم وحثهم على المضي في هذا الطريق ، وفي الحقيقة كان لتشجيعه وإلهامه الفضل الأكبر في تقدم العلم في القرن التالي / من دراسة حياة بويل نستطيع ان نلمس مدى زهده وحبه لخير الانسانية وهذا هو طابع العلم الحديث ، فقد جمع الرغبة في اظهار عظمة الخالق مع عمل الخير ومساعدة اخوانه ، فقد حث مجالس ادارة الشركات مثل شركة برمودا وشركة الهند الشرقية على العمل في هداية الكفار عبدة الأوثان ، ولم يسلك بويل في هذا السبيل مسلك نساك القرون الوسطى بل كان عملياً وفي نشرته عن حسنات الانسانية وامكان زيادتها بفراصة فلاسفة العلوم الطبيعية ٤-٤٠ كتب يقول :

« سأنتهي كلامي بقولي : أرجو ان تكونوا مقتنعين بأن الفلسفة التجريبية الجديدة لا تتطور باستغلالها في التجارة فقط بل يمكنها أن تطور التجارة نفسها ولذلك فالتأثير السار الذي يمكن ان تؤديه ليس قاصراً عليها فقط بل يمكن للعلماء ان يطوروا حياة الإنسان / ولهذا السبب يبدو واضحاً ان معالجة شؤون التجارة بأنواعها كانت من الأمور التي تهتم الجماهير / ويظهر ذلك في كثير من قوانيننا التشريعية الأنكليزية التي لا زالت سارية الى الآن لتنظيم تجارة ديبج الجلود وحرق الطوب وغير ذلك من الصناعات الميكانيكية ولم يحتقر واضعو هذه القوانين عمال هذه الصناعات بل دونوا القوانين والتعليمات الخاصة بهم » /

### روبرت هوك Robert Hooke

يختلف روبرت بويل عن مساعده الأول وصديق عمره روبرت هوك في أمور عديدة / فبينما انحدر بويل من عائلة نبيلة غنية متعاطفة مع العلماء كان هوك فقيراً يتكسب من اشتغاله بالعلم اثناء سعيه فيه / كان ابناً لرجل من رجال الكهنوت من جزيرة ويت Wight استطاع ان يجد له وظيفة في كلية اوريل Oriel في نفس الوقت الذي جاء فيه بويل الى اكسفورد فأتصل به / وفي الحقيقة ساعده على عمل كل اجهزته العلمية واجراء معظم تجاربه على الفراغ والغازات / ولم يتألق بويل في اداء التجارب بعد ان تركه هوك / عين هوك بعد ذلك مشرفاً وأميناً على تجارب الجمعية الملكية عند انشائها ، وبالإضافة الى عمله واجباته العديدة استطاع ان يزيد دخله الضئيل والغير ثابت بالاشراف على اعادة بناء مدينة لندن بعد الحريق الكبير عام ١٦٦٦ وكان المسؤول الأول في هذا المشروع . /

لو كان هوك آمناً ومطمئناً على حياته ومستقبله ولو لم يكن قد عانى الكثير من

أجل وجهه القبيح واعتلال صحته المستمر لأمكن ان يكون شخصاً آخر غير هذا الشخص الصعب المرتاب الشرس والمشاكس ، وكان قد أعترف بدوره الحاسم والأكيد في تاريخ العلم / فإذا كان بويل الروح وراء الجمعية الملكية فهو كـ هو الذي منحها العينين لترى واليدين لتعمل / كان هو كـ أحسن وأعظم من أدى التجارب الفيزيائية مثل فاراداي / ولكن للأسف لم يكونا مبرزين في الرياضيات كنيوتون وماكسويل / كانت اهتمامات هو كـ عديدة شملت كل مجالات الميكانيكا والفيزياء والكيمياء وعلم الحياة / درس المرونة واكتشف ما يعرف الآن بقانون هو كـ وهو اقصر قانون في الفيزياء « يتوقف التمدد على القوة » واخترع الرقاص وبواسطته صنعت الساعات الدقيقة وكذلك الكرونومترات وكتب كتاباً عنوانه Micrographia وهو أول سجل علمي منظم عن عالم الميكروسكوب ويشمل اكتشاف الخلية ، وادخل التيليسكوب في القياسات الفلكية كما اخترع الميكروميتر وشارك بابن Papin شرف التمهيد لاختراع الآلة البخارية .

أما اكبر انجازات هو كـ العلمية والذي من اجله نال التكريم الآن هو ابتكاره فكرة قانون التريبع العكسي والحاذية الأرضية ، وهنا نرى ان نيوتون فاقه وتفوق عليه بانجازاته الرياضية الفائقة ولكن يتضح الآن ان الفكرة الفيزيائية الأساسية كانت فكرة هو كـ ومن الظلم ان يسلب حقه وفضله في ذلك . ان حياة هو كـ تمثل الفرص والصعوبات التي لاقاها المجرب والموهوب في القرن السابع عشر كما انها تبرز الأفكار العلمية القادرة على الابتكار والتي كانت مخترنة لآلاف السنين في عقول وايدي الحرفيين الطبيعيين ٦٣-٤ .

## ٧ - ٨ صنع صورة العالم الجديد

كان طابع هذا العصر هو الاستقصاء الشامل الذي غطى كل مجالات البحث عن الطبيعة وكذلك الفنون وخاصة في الأمور التي يمكن تطبيق الوسائل الرياضية عليها / لم يكن من الضروري كما كان في العهود الماضية التركيز على قلب نظريات ارسطو في الفيزياء وجالين في علم وظائف الأعضاء / فقد تم تحقيق نظريات كوبرنيكوس وجاليليو وهارفي ، ولم يقبل فلاسفة هذا العصر هذه النظريات قبول من سبقوهم بل حاولوا اعطاء هذه النظريات معاني فيزيائية وفلسفية عميقة ، وكان أول هذه المعاني منهج ديكارت وتأكيده على ان اليقين يبدأ بالشك في كل شيء ودوام ملء هذا الكون بالمواد الدقيقة التي تعمل بقوة الدفع من جزء الى

آخر . كان هذا نظام بليزم Plenum

فلسفة الجسيمات : جاسندي Gassendi

بدأ يظهر في ذلك الوقت رأي آخر أقدم بكثير من هذه الآراء فقد أدى الهجوم على آراء ارسطو الى فتح الطريق أمام النظرية الذرية لديموقريطس ، وساعد على اظهارها الفيلسوف الرياضي العبقري جاسندي ( ١٥٩٢ - ١٦٥٥ ) وكان راهباً في اقليم بروفنكال ، ولو لم يكن متواضعاً منطقياً على نفسه لما امكن لديكارت ان يحجبه ويخفي فضله الكبير على العلوم / كان جاسندي فلكياً ممتازاً وكان أول من لاحظ مرور كوكب عطارد ، وهو أول مؤسسي علم الأرصاد الجوية وأول من درس البقع الشمسية البراقة على حافة الهالة الشمسية ( الشمس المزيقة ) وكذلك الشفق القطبي ، لم يكن عمله احياء النظرية الذرية كما وضعها ابيكيورس Epicurus ولوكريتيوس Lucretius فقط ولكن حولها الى مذهب شمل تطور الفيزياء في عصر النهضة / كانت ذرات جاسندي ثقيلة ذات قصور ذاتي تتحرك في الفراغ . ولقد اثبت ذلك خلفاء جاليليو وكان تعريفه للذرات هو نفس التعريف كلمه بكلمة الذي استعمله نيوتون في كتابه العدسات Opticks بعد انقضاء خمسين عاماً ، وذكر رأيه المقنع بطريقة لا تقبل المناقشة بحيث استجاب له جميع الفلاسفة الذين لم يتبعوا منهج ديكارت ودواماته ،

كانت نظرية الجسيمات مناسبة تماماً لروح هذا العصر وهو عصر الرياضيات الميكانيكية ، فبعد ديناميكية جاليليو وديكارت كان من السهل دراسة حركات هذه الجسيمات الدقيقة عن دراسة جزء من الفضاء المتجانس / فشكراً لورع جاسندي فقد ظهرت الذرات ايضاً من الحادها ومن تجمعها الهدام / ولقد اخرج الميكانيكا الجديدة من ورطتها بأن طلب من الخالق عز وجل بإلحاح ليس العمل المتواصل من اجل استمرار العالم المادي بل طلب منه فقط القوة الدافعة والنبض الحي لجميع الذرات في بدء حياتها ، فالعناية الإلهية هي التي تقرر حركاتها المستقبلية وكذلك تجمعها .

/ الأجهزة الفلسفية - العدسات

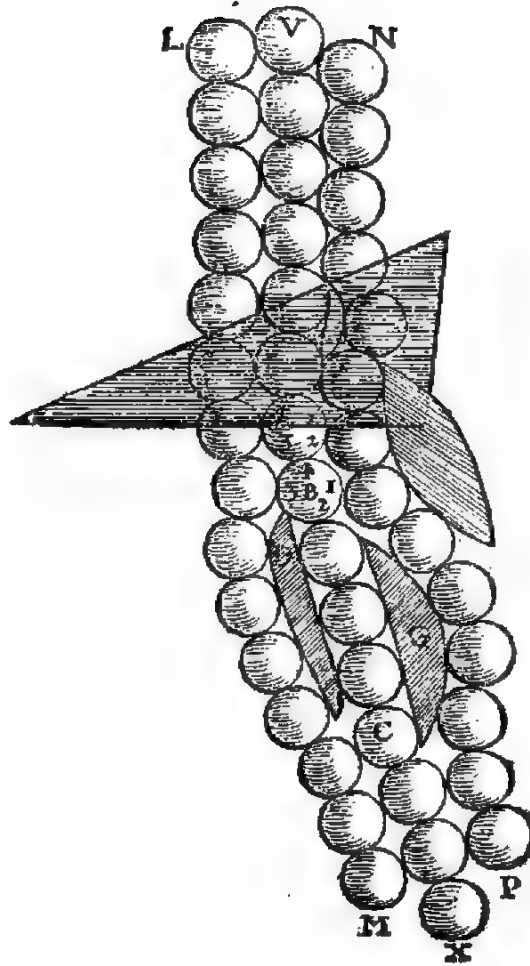
توقف نجاح التجارب العملية في العلم الحديث على استعمال الأجهزة وخاصة تلك الأدوات التي صنعت خصيصاً للأغراض المختلفة / كانت تلك المعدات التي استعملها العلماء في ذلك العصر بسيطة غير معقدة لم ولم تكن كبيرة

ولا مرتفعة الثمن إلا التيليسكوب / وفي الحقيقة كان من السهل ان يمتلك اي بيت معملاً يحتوي على فرن ومعوجات وميزان وميكروسكوب وبعض ادوات التشريح ومضخة هواء وترمومتر وبارومتر / وما عدا ذلك يمكن الحصول عليه بالتحايل / وهذه الأدوات البسيطة امكن انجاز جميع الاكتشافات العلمية التي تمت في ذلك الوقت - من السهل ان نذكر تلك التي استعملت في علم البصريات والأجهزة التي كانت تعمل بالهواء المضغوط وكذلك اجهزة الكيمياء وعلم وظائف الأعضاء قبل ان تدرس ميكانيكية الكون /

/ كان لاكتشاف التيليسكوب في بدء هذا القرن السبب المباشر للاهتمامات الجديدة في علم البصريات ، فبمجرد وجود آلة من الآلات يبدأ العمل على تحسينها وهذا يؤدي الى البحث عن طريقة عملها ، وفي محاولة ذلك يتم اكتشاف آلات علمية جديدة / فبصريات القرن السابع عشر تطورت تطوراً سريعاً في محاولة فهم طبيعة انكسار الأشعة الضوئية والتي يتوقف عليها عمل التيليسكوب وكذلك محاولة التخلص من العيوب التي ظهرت عليه في بدء استعماله . /

/ بخصوص انكسار الضوء كان على العلماء ان يبدأوا من حيث انتهى الهازن Alhazen وزملائه في القرون الوسطى / امثال ديتريش Dietrich من فريبورج Freiburg وفيتلو Witelo منذ ٤٠٠ سنة / كان هؤلاء قد اثبتوا ان اشعة الشمس تميل أو تنكسر عندما تقابل وسطاً أكثر كثافة ، ولكنهم لم يستطيعوا استنباط قانون الانكسار ، وبذلك لم يتمكنوا من تقدير مدى معامل الانكسار في العدسات / ومن ناحية اخرى استطاع الهولندي سنل Snell ( ١٥٩١ - ١٦٢٦ ) ان يضع القانون الصحيح والذي سلبه ديكارت وشرحه بطريقة حركات الجسيمات الضوئية التي تتحرك بسرعة اكبر في الجسم المنكسر عنها في الهواء / هذا الشرح الغير صحيح ادى الى الكثير من الحيرة وفوضى الآراء بعد ذلك / باستعمال قانون سنل أصبح علم البصريات جزءاً من العلوم الهندسية / وأمكن بذلك صناعة تيليسكوب كامل بغير عيوب ، ومع ذلك بقيت التيليسكوبات المستعملة في ذلك الوقت غير كاملة فكانت النجوم تظهر محاطة بهالة ملونة غير حقيقية . /

/ اما مرور الضوء خلال الأجسام الشفافة وظهور قوس قزح بالوانه الجذابة فكان من المواضيع المعروفة من قديم الزمان ومن اجل معرفة طبيعة قوس قزح أجرى علماء العصور الوسطى العديد من التجارب على الموشورات . ولكنهم لم



شكل (١٣٤)

كان ديكارت أول من نشر قانون انكسار الضوء الذي اكتشفه وليبرورد (Willebrord) (١٦٩١ - ١٦٢٦) كان تفسير ديكارت لطبيعة الضوء وعملية انكساره خاطئاً . تبين الصورة جسيمات الضوء تسقط على موشور ثم تضطرب بمرورها بعد ذلك على عدسات .

يستطيعوا الحصول على معلومات أكثر من أن الضوء الأحمر هو الأقل انكساراً بينها الضوء الأزرق هو أكثرها ١-٥٢ ، ولم يستطع ديكارت في دراساته على قوس قزح أن يزيد شيئاً على ذلك / أما الحل الصحيح فقد جاء على يدي نيوتون وكان هذا أول انجاز له في علم الفيزياء .

### بصريات نيوتون . مذهب الألوان

حاول نيوتون في أول الأمر التخلص من الصور الملونة بتجنب انكسار الضوء فجهز أول تيليسكوب يعمل بالانعكاس وهو أصل التليسكوبات العملاقة التي تعمل اليوم وكذلك الميكروسكوبات العاكسة الحديثة ، ولم يكف بذلك ولكنه اقتحم ميدان الألوان مباشرة فبدأ بتجارب ديكارت على المنشور وبذلكاته الحارق استطاع أن يجمع بين التجارب والأجهزة بحيث استطاع بمنطقه الأخاذ أن يثبت أن الألوان الناتجة من المنشور أو القوس قزح ليس من عملها ولكنها مكونات الضوء الأبيض الجوهري / لم تستطع تجاربه حل مشكلته الأساسية ، فلم يتمكن من التخلص من تشتيت الضوء أو خاصية تكوين الألوان بواسطة العدسات ، وكان في ذلك خاطئاً واستمرت المحاولات العملية لتحسين التيليسكوب حوالي ثمانين عاماً / كان عالم الرياضيات السويدي كلنجستيرنا Klingenstjerna ( ١٦٩٨ - ١٧٦٥ ) أول من أعاد تجارب نيوتون ، بدقة متناهية وبن خطاه ، وفي عام ١٧٥٨ ، استطاع دولوند Dollond صانع الأجهزة العلمية إعادة تجارب كلنجستيرنا ولكنه استغل فكرة الجمع بين نوعين من الزجاج مختلفين في قوة الانكسار والانتشار من عمل العدسات وبذلك أمكنه صنع عدسات اللالونية ( الأكروماتية ) وهي أساس عمل جميع الأجهزة البصرية الحديثة .

### الضوء كجسيمات أو موجات : هيوجنس Huygens

في دراساته على البصريات اعتبر نيوتون الألوان المنعكسة من السطوح الرفيعة كطبقة الزيت على الماء منفصلة عن التي يشملها قوس قزح ، وهذه كانت أول ملاحظاته على عدم تداخل المادة والضوء وهي الفكرة التي رسخت عقيدته نتيجة ميوله الفلسفية الرياضية بأن المادة عبارة عن ذرات ، ولسوء الحظ أدت عقيدته هذه إلى أن يتبع ديكارت في اعتقاده بأن الضوء عبارة عن ذرات أيضاً وإن



أشعة الضوء هي مسار هذه الذرات وان الذرات تنعكس كالكرات عند اصطدامها بالخائط.

درس جريمالدي Grimaldi (١٦٦٣-١٦١٨) قبل نيوتون بوقت طويل الألوان التي تتكون حول الظلال وخاصة حول الشقوق ، ووجد أن أشعة الضوء لا تسير في خطوط مستقيمة ولكنها تميل ميلاً خفيفاً أو تشتتت عندما تقترب من الأشياء . ارجع جريمالدي كلتا الظاهرتين الى الموجات الضوئية مثلها مثل الموجات المائية الخفيفة أو نبضات الصوت ، اما اختلاف الألوان فعزاه الى ان لكل لون موجة ضوئية خاصة تختلف عن موجات الألوان الأخرى في طولها كما تختلف انغام الموسيقى .

حقق هيوجنس ذلك رياضياً واثبت ان نظرية الموجات الضوئية يمكن ان تفسر كلا من الظاهرتين تشتت الضوء ووجود الألوان على الألواح الرقيقة . وشرح بطريقة افضل بكثير من شرح نيوتون الظاهرة العجيبة لبلورات الكلسيت التي تبين الأشياء مزدوجة اذا نظرت اليها من خلالها ، اما النظرية الموجية للضوء التي وضعها نيوتون فقد ردت اليها اعتبارها بعد ذلك بقرن من الزمان ( ص ٥٧٥ ، ٦١٠ ) .

#### الميكروسكوب

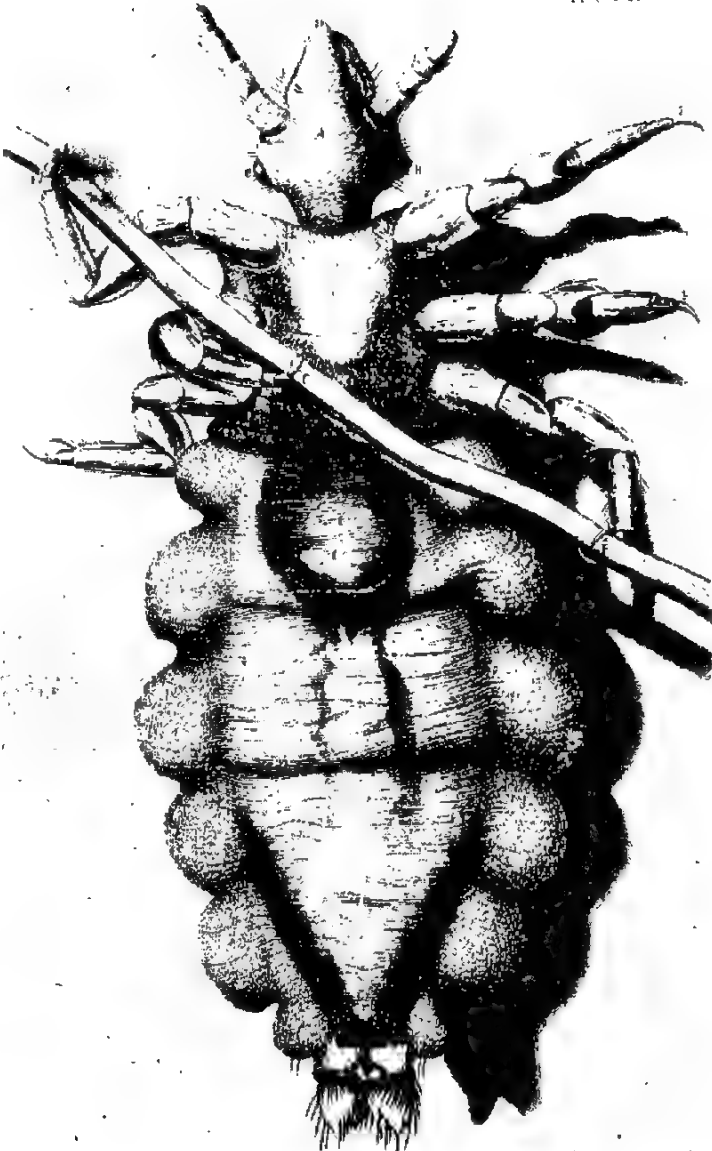
استطاع جاليليو باستعماله التيليسكوب ان يعرف اسرار النجوم كذلك استطاع عدد من علماء القرن السابع عشر باستعمال الميكروسكوب امثال مليجي Malpighi وهوك Hooke وسوامردام Swammerdam ( ١٦٣٧ - ١٦٨٠ ) والهولندي ليونوك Leeuwenhoek ( ١٦٣٢ - ١٧٢٣ ) ان يكتشفوا عالماً جديداً من الاحياء الصغيرة مثل الحشرات واجزاء النبات والكائنات الدقيقة في الماء حتى البكتيريا والحيوانات المنوية حاملة الصفات الوراثية استطاعوا رؤيتها ودراستها ، واصبحت هذه الأشياء مادة للجدل والتخمينات وفي بعض الأحيان من العجائب / باستعمال الميكروسكوب امكن تشريح اجسام الحيوانات واثبات صحة الدورة الدموية لهارفي ، ولكن لم يستخدم الميكروسكوب كما استخدم التيليسكوب بعد اختراعه مباشرة في مجالات الملاحظة والفلك ولكنه استخدم في المجالات الأخرى بعد مرور مائتي عام على اختراعه عندما استخدمه كوخ وباستير في مقاومة الأمراض البكتيرية ، ولهذا السبب لم تؤد هذه الدراسات الى

أي تقدم سواء في العلوم البيولوجية أو الميكروسكوبية ولم تظهر للميكروسكوب أية قيمة عملية أو علمية بل كان مجرد آلة مفيدة وجهاز للتسلية .



شكل (١٣٥)

نموذج لميكروسكوب ليونوك : العدسة هي القرص المستدير المثبت على اللوحة المعدنية وأمامها ابرة مثبتة في طرف عمود لولبي . يوضع الجسم المراد رؤيته في طرف هذه الأبرة امام العين لتتقرب الى محاذة العدسة من الناحية الأخرى للوح المعدني .



شكل (١٣٦)

القملة من رسم هوك وهي مخلوق غير مرغوب فيه سوف يعرفه الجميع اليوم أو غداً . من كتاب

Micrographia لندن ١٦٦٥ .

## الفراغ والبارومتر

لم يكن اختراع الأجهزة التي تعمل بالهواء المضغوط من عمل الأغريق ، ومن ناحية أخرى كان هذا العمل خطوة كبيرة في تطور علم الفيزياء وخاصة في المجالات الصناعية أكثر من الفلكية والملاحية ، أما الكشف الرئيسي الذي أدى إلى اختراع أجهزة الهواء المضغوط هو اكتشاف الفراغ الذي كان كشفه نتيجة مباشرة لاستعمال الأجهزة الهيدروليكية . / كان موضوع الفراغ في ذلك الوقت من الأشياء الفلسفية المحيرة التي تطلبت المناقشة والجدل ، ومنذ عام ١٦٤٣ ، أصبح الفراغ حقيقة واقعية يمكن إثباتها . / كان جاليليو في أواخر أيامه مشغولاً لمعرفة السبب الذي من أجله لا يستطيع رفع الماء إلى أكثر من ٣٢ قدماً بواسطة المضخة الماصة العادية ، وهي المشكلة التي كان يعاني منها عمال المناجم من زمن طويل ولم تسترِعَ انظار المفكرين في ذلك الوقت . / علل جاليليو هذه الظاهرة بعدم قدرة عمود الماء أن يحمل ثقلاً مثل وزنه ، ولكنه لم يستطع أن يجد تعليلاً لظاهرة عدم سقوط العمود مباشرة بعد انكساره / كان فضل تفسير هذه الظاهرة من نصيب تلميذ جاليليو التابعة تورشيلي ( ١٦٠٨ - ١٦٤٧ ) وذلك بعد موت جاليليو بعام ، وتم له ذلك باستخدام الزئبق بدلاً من الماء وبذلك استطاع الحصول على عمود أطول بكثير حيث أن الزئبق في الأنبوبة المنكسة لا يرتفع أكثر من ثلاثين بوصة محدثاً نفس الضغط الذي يحدثه عمود من الماء وزنه خمسة عشر رطلاً على كل بوصة مربعة . / كان تورشيلي من الذكاء ليرى التعليل الصحيح وهو أن ضغط الهواء هو الذي يبقى عمود الزئبق . / وفي الحقيقة كانت المضخة المستعملة عبارة عن بارومتر وطريقة لقياس وزن الهواء الجوي . / أما الفضاء الموجود في أعلى عمود الزئبق فهو الفراغ الحقيقي . / وكما رأينا كان أرسطو يفكر في وجود الفراغ حيث أن الهواء في رأيه يملأ الأشياء وأنه ضروري للحركات العنيفة ، فكان لاكتشاف الفراغ ضربة قاضية ونهائية لميكانيكية أرسطو بالرغم من محاولاته الكثيرة لإثبات أو شرح عدم وجوده ، وسرعان ما أكد باستحال Pascal ( ١٦٢٣ - ١٦٦٢ ) وجود الفراغ عملياً بأخذه بارومتراً وتسلق الجبل فلاحظ انخفاضاً في الضغط الجوي . /

## مضخة هواء جيريك Guericke

استمر البحث في هذا الموضوع بواسطة علماء ممتازين هم نواة علمائنا

/ الموهوبين الحاليين ومن هؤلاء النابغة أوتو فون جيريك Otto Von Guericke (١٦٠٢ - ١٦٨٦) رئيس بلدية ماجدبرج وضابط امدادات وتموين الملك جوستاف أدولف وكان مقداماً ذا نفوذ قوي، انجز العديد من الأعمال وانفق من ماله الخاص حوالي ٤٠٠٠ جنيه استرليني، وهو مبلغ يعتبر كبيراً في ذلك الوقت على اجراء التجارب العملية. كانت أول محاولاته هي احداث فراغ بضخ الماء من أناء مقل مما أدى الى انفجاره ثم اعاد التجربة باستعمال اناء من النحاس ثم اخترع مضخة للهواء ونجح في احداث فراغ في اناء كبير، ومن تجاربه المثيرة تلك التي عرضها أمام الامبراطور ورجال حاشيته والتي استخدم فيها ستة عشر حصاناً لفصل اثاين نصف كرويين مفرغين، ولقد اثبتت هذه التجربة حقيقة واهمية وفاعلية العلم الحديث. ليس هذا فقط بل اكدت ايضاً ان الفراغ قوة هائلة يمكن بشيء من الذكاء والروية استغلاله في خدمة اغراض نافعة.

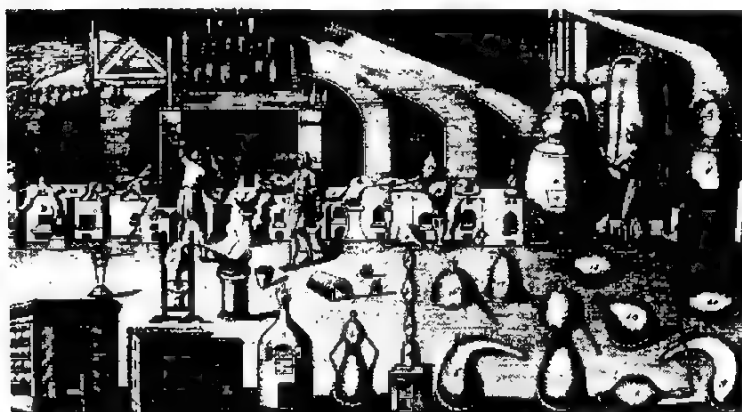
/ فكر جيريك في توصيل القوة من خلال أنابيب مفرغة وهي الفكرة التي تطورت بعد ذلك وأدت الى اختراع الفرامل التي تعمل بالتفريغ الهوائي في قاطرات السكك الحديدية. تحسنت مضخات جيريك كثيراً بفضل بويل وهوك وبهذه المضخات استطاع بويل ان يجري الكثير من التجارب الجديدة المثيرة، فمثلاً بين انه بدون الهواء لا يستطيع الصوت الانتقال بينما الضوء والمغناطيسية لا يتأثران، واثبت ايضاً ولو ان ذلك كان بديهاً ولكنه يحتاج الى الاثبات ان الحياة والاحتراق لا يمكن حدوثهما في الفراغ، وبذلك قدم أول الخطوات للثورة الكيميائية والفسيولوجية في القرن التالي.

/ ان استعمال مضخة الهواء وخاصة المجهود الذي بذل في الضخ ساعد بويل على دراسة طبيعة الهواء سواء المضغوط أو المتمدد / وساعده ايضاً على صياغة أول قانون علمي أسماه مرونة الهواء Spring a fair وهو ما يسمى الآن بقانون بويل: حاصل ضرب الضغط في حجم معين من الهواء ثابت، أو كما تبين فيما بعد يتناسب تناسباً طردياً مع درجة الحرارة.

/ ان فكرة استخدام القوى الطبيعية الجديدة في خدمة الانسان لم تمت أبداً في أي وقت من الأوقات، وارتبطت ارتباطاً وثيقاً في الأوساط العلمية بالحاجة الملحة في ايجاد قوى ضخمة للحصن من الناجم ولادارة عجالات الآلات في المصانع، وأول قوة استخدمت هي النار وخاصة عندما استعملت في قذف

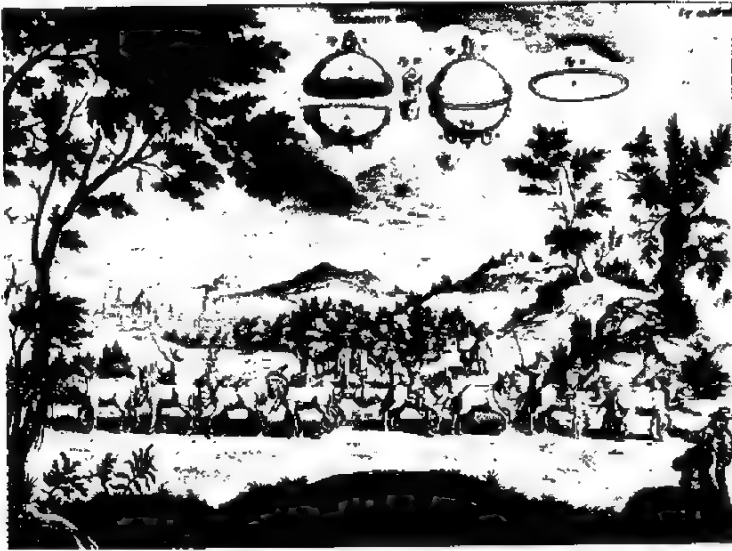
القذائف من المدافع / كانت أول فكرة بدائية لاستخدام النار هي الآلات ذات الاحتراق الداخلي مستخدمين الديناميت بدلاً من البترول / وبعد ذلك اهتدى المخترعون إلى استخدام البخار بقوة الهائلة / هذه الطرق كان مصيرها الفشل ليس بسبب تخطيطها الخاطئ ولكن بسبب عدم وجود الأواني المناسبة التي تتحمل الضغط الهائلة للبخار /

استطاع دينيس بابن Denis Papin (١٦٤٧ - ١٧١٢) وهو مساعد هيوجنس والذي عمل بعض الوقت مع بويل أن يصنع غلاية تتحمل تحويل العظم إلى مرق / ولكن الأواني التي تعمل بالضغط لم يتوصل إلى صنعها إلا حديثاً ، وهو الذي خطا أول الخطوات نحو اختراع الآلة البخارية ، ومن ناحية أخرى جاء استخدام قوة البخار عن طريق استغلال الفراغ كما سيأتي ذلك في الفصل التالي .



شكل (١٣٧)

المعمل الكيميائي لامبروز جودفري Ambrose Godfrey الذي أصبح مساعداً لبويل عام ١٦٨٣ . والذي بنى معمله الخاص عام ١٧٠٦ ، وكانت محتويات المعمل من العظمة بحيث أن كل زائر للندن له اهتمام بالعلوم كان يزور المعمل في سوثهمبتن .



شكل (١٣٨)

التجربة المثيرة لبيان القوة الهائلة للفراغ باستعمال فريقين من الأحصنة كل فريق ربط بنصف كرة ماجدريج. الصورة من كتاب Experimenta Nova تجارب جديدة لمؤلفه Otto Von Guericke (١٦٠٢ - ١٦٨٦) امستردام ١٦٧٢ .

### الفجر الكاذب للكيمياء الأساسية

كان لاكتشاف الفراغ الفضل الأكبر في تطور الكيمياء الأساسية في القرن السابع عشر ولولاه لحدث هذا التطور متأخراً في القرن التالي / اثبتت مضخات تفريغ الهواء وتطبيقاتها ضرورة وجود الهواء للاحتراق والتنفس ومن ثم تركزت الاهتمامات على مشكلات الحياة والنار / استغل بويل وهوك ومايو نتيجة من نتائج بارسيليس واستطاعوا اثبات ان بالهواء شيء ضروري للاحتراق وهو الذي يحول الدم في الشرايين الى اللون الأحمر ، وأشار بويل الى هذا الشيء بأنه « خلاصة جوهرية صغيرة تنعش ارواحنا الحية » أما مايو فأطلق عليه « نتروجين الروح » رابطاً بينه وبين مسحوق البارود / هذا الشيء هو الذي سماه لافوازييه

بالأوكسجين / ولم يذهب هؤلاء أبعد من ذلك لسبين جوهريين أولهما غياب نظرية علمية مناسبة وعدم وجود مواد وأدوات ملائمة /

✓ لم تكن الكيمياء في أي عصر من العصور جزءاً من القانون الكنسي ، وكانت عناصر أرسطو وهي الأرض والماء والهواء والنار من المواضيع المرتبطة بالطبيعة والجو أكثر من ارتباطها بالكيمياء ، وكانت كيمياء العرب والقرون الوسطى مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بعلم التنجيم الذي يربط المعادن بالكواكب ، وكان معنى انهيار صورة أرسطو - افلاطون للكون انه لم يبق للكيمياء بعد تأثيرات الكواكب وعظمتها أسس عقلانية كما أشار الى ذلك بويل في كتابه The Spectical Chymist الكيمائي المرتاب كما أن عناصر كيمياء العرب - بارسيليس (Spagyric) الثلاثة وهي الزئبق - الكبريت - الملح لم تكن أكثر حظاً من عناصر أرسطو وذلك لأن الأسس التي بنيت عليها هذه المذاهب كانت غامضة ومتغيرة لا تتناسب مع فلسفة الجسيمات الجديدة ، والتي وضعت خصيصاً لرفض كل شيء غامض وخفي / حاول بويل نفسه اعطاء تعريف دقيق للعنصر بقوله « لا يوجد جسم يتركب من عنصر أو جوهر نقي - فهو ليس متجانساً ويمكن تقسيمه الى عدد كبير من الأجسام الصغيرة » .

✓ ولسوء الحظ لم تستطع التجارب الكيميائية في ذلك الوقت ان تعطي الضمان الكافي وتجييب على التساؤل ما هي حقيقة العنصر ؟ إلا في حالة عدد قليل من المعادن / كان تعريف بويل غير عملي ولكنه استمر مائة عام أخرى بعد ذلك وقد ايقن ذلك نفسه في رسالته On the Unsuccessfulness of Experiments التجارب الفاشلة /

✓ بالرغم من ان نيوتون عمل في مجال الكيمياء أكثر بكثير من عمله في مجال الفيزياء ١٦٩٠-٤ إلا انه لم يستطع التقدم من الناحية العملية ، أما من الناحية النظرية فقد استنبط كما بين بافلوف Vavilov صورة للذرة فوصفها بأنها عبارة عن صدف داخل صدف تتركب من اجزاء متتالية متماسكة تماسكاً شديداً فكان هذا الوصف مثيراً ومنطقياً وقريباً بعض الشيء من حقيقة الذرة كما نعرفها اليوم بنواتها والإلكتروناتها / ولقد أهملت هذه الصورة مئات من السنين /

✓ وفي القرن السابع عشر لم تكن الكيمياء في المستوى العلمي الذي يسمح بقبول نظرية الجسيمات ولهذا السبب كان من الضروري اجراء العديد من



/ التجارب العملية الجديدة خلال القرن الثامن عشر للأخذ بهذه النظرية / تختلف  
الكيمياء عن الفيزياء حيث انها تتطلب الكثير من التجارب ولا تعتمد على أسس  
بدئية لا تحتاج الى براهين كالفيزياء / وبدن الأسس ستبقى الكيمياء خفية  
تعتمد على اسرار غامضة لا يمكن تفسيرها . /

/ ونظراً لأن الكيمياء كانت دائماً تهتم بنفس المواد التي كانت معروفة للمقدماء  
لذلك استمرت زمناً طويلاً دون أصالة ، ولكن بعد القرن الخامس عشر انتشرت  
الكيمياء سريعاً ، فاكشف في العالم الجديد وكذلك القديم مواد جديدة لها  
خواص عجيبة كالفسفور والبسموث والبلاتين ، وبدراسة خواص هذه المواد  
والمعادن استبطلت النظريات واضطر لأثبت هذه النظريات استخدام طرق  
عملية جديدة / وكانت هذه الطرق كيفية وغامضة في أول الأمر ولكنها مهدت  
الطريق لوضع النظريات الدقيقة الصحيحة . /

/ وفي كل العصور وتلبية لرغبات الصناعة والتجارة كانت الحاجة الى  
استعمال المواد الكيميائية الخاصة ضرورية وملحة مثل ملح البارود ( نترات  
البوتاسيوم ) والشبة ( الألم ) وكبريتات الحديد وحامض الكبريتيك والصودا . /  
هذه الحاجة الملحة هي التي مهدت الطريق الى قيام صناعة الكيماويات ، ومن  
خلال التجارب العديدة والخبرة المكتسبة في هذه الصناعة تم وضع اسس علم  
الكيمياء .

### / بيولوجية القرن السابع عشر /

ان دراسة وشرح عالم الأحياء بتعقيداته ومشاكله اصعب بكثير من دراسة  
الكيمياء وتفاعلاتها ، ولذلك لم يكن غريباً ان فلسفة الجسيمات والميكانيكا  
الجديدة كانتا ذا نفع قليل في مجال علم الأحياء / لم يستطع سانكتوريس  
Sanctorius ( ١٥٦١ - ١٦٣٦ ) ان يعلل لماذا نقص وزنه اثناء نموه عن وزنه  
وهو يتناول طعامه ، ومن ناحية اخرى لم تؤد فكرة ديكارت عن ميكانيكية جسم  
الإنسان والحيوان والفرق بينهما وبين الآلة وهو وجود الروح التي توجه الجسم من  
خلال الغدة الصنوبرية إلا الى القليل من التقدم في علم وظائف الأعضاء ، أما  
بوريلي Borelli ( ١٦٠٨ - ١٦٧٨ ) فقد تقدم خطوة الى الامام باضافة شرح  
عملي على أطراف الجسم على أسس ميكانيكية ، وقد استغل عمل الآلات  
الهيدروليكية في فهم عمل القلب ودورة الدم ، ولكن لم يستطع معرفة كيفية

## عمل المخ والأعصاب .

/ اما التقدم الحاسم الذي تم خلال القرن السابع عشر كان من خلال قوة الملاحظة وخاصة باستخدام الميكروسكوب والذي أوضح لأول مرة شكل الحيوانات المنوية حاملة الصفات الوراثية للإنسان ، لا يقل أهمية عن ذلك اعمال نحميا جرو Nahemiah Grew (١٦٤١ - ١٧١٢) الذي وضع اساس علم وظائف اعضاء النبات وكذلك اعمال جون راي John Ray (١٦٢٧ - ١٧٠٥) وهو نجل حداد وهو أول من وضع خطوات تصنيف النباتات على اساس علمية ، كما وضع اساس تصنيف الحيوانات ولكن بدرجة أقل دقة .

/ لم تكن لانجازات القرن السابع عشر في العلوم البيولوجية فائدة كبيرة في مجال الزراعة ، وفي الحقيقة ان التقدم الذي حدث وخاصة في فلاحه البساتين كان نتيجة طبيعية للتحسن البطيء في طرق الزراعة التقليدية تحت الظروف الاقتصادية الملائمة / ففي هولندا والفلاندر امكن ايجاد رجال مستعدين وراغبين في اتفاق المال لشراء المعدات والسماد لصالح مزارعهم / وفي نفس الوقت لضمان انتاج محصول غزير ومكسب / كانت هولندا هي المشتل الذي كان يصدر طرق الزراعة الجديدة الى البلاد الأخرى كانكلترا / شكراً لأعمال الهواة المتحمسين امثال جون ايفيلين John Evelyn (١٦٢٠ - ١٧٠٦) في هذا المجال (ص ٤١٢ ، ٣٨٠) .

/ كانت قوة الملاحظة المباشرة وأداء التجربة وهو طابع هذا القرن اكثر نجاحاً في عالم الطب عنها في العلوم الأخرى ، ولو ان التقدم كان بطيئاً فقد املت فكرة ان الطب علم يكتسب من دراسة احوال المرضى وليس مذهباً أو علماً يطبق عليهم وقتاً طويلاً / ولم يؤخذ بهذا الرأي إلا في عهد اطباء مثل سيدنهام Sydenham (١٦٢٤ - ١٦٨٩) وكان بجانب عمله كطبيب شغوفاً بالعلوم الأخرى .

## / (٧-٩) ميكانيكية الكون - توليفة نيوتون .

بالرغم من ان كل الانجازات التي تمت في هذا القرن تشير الى ازدهار وتطور العلوم في المجالات المختلفة إلا ان مركز الاهتمامات والانتصار العلمي الكبير الذي حدث خلال القرن السابع عشر كان بلا شك هو اكتمال النظام

الديناميكي العام الذي استطاع ان يفسر حركات الكواكب والنجوم المستخلصة من المشاهدات على طبيعة الأشياء على الأرض / وهنا انتهى العلماء بشكل قاطع / علاقاتهم بأراء الاغريق القديمة /

✓ اتفق علماء هذا القرن وما سبقه على أهمية دراسة الكون ، ولكن بسبب ان اهتمامات وأفكار علماء هذا القرن عملية أكثر منها فلسفية اختلفت تفسيراتهم واجاباتهم في الأمور الكونية عن تفسيرات واجابات الفلاسفة القدماء / كانت هذه الاجابات والتفسيرات المقنعة للعلماء في هذا القرن امثال جاليليو وكبلر وديكارت ويوريلي وهوك وهيوجنس وهالي وورن مبنية على اساس رياضية فلكية ، ولذلك استطاعوا التوصل الى توحيد عناصر الميكانيكا التي صاغها نيوتون في الفلسفة الطبيعية للأسس الرياضية - Philosophiae Naturalis Principia Mathematica وبواسطتها شرح واثبت بالبرهان نظرية الجاذبية الأرضية /

✓ لا زال الاهتمام الشديد بحركات المجموعة الشمسية شغل الإنسان الشاغل وفي الحقيقة تلاشت النظرة اليها بمنظار الفلسفة واللاهوت وتبع ذلك هدم المعتقدات الكوزمولوجية ( فرع من فروع الميتافيزيقا ) القديمة / كانت محاولة جاليليو بمثابة ملاحظة لاذعة ولكنها دون جدوى / اما البديل الجديد فكان عليه ان يقدم الشرح الفيزيائي المقبول لنظام كوبرنيكوس وكبلر ، ولهذا السبب كانت محاولة جميع الفلاسفة التأمل والتفكير وأداء التجارب ثم الحساب الرياضي لتقديم هذا الشرح / وقد قارب بعضهم من الحل الصحيح وخاصة هوك ٤-٢٣ الى ان جاء نيوتون في آخر هذا السباق بالحل الصحيح /

### ✓ معرفة خطوط الطول

كان لرجال الفلك سبب آخر ملجأ لمعرفة قوانين حركة المجموعة الشمسية ، وذلك لوضع الجداول الفلكية على اساس دقيقة ، اكثر مما كانت عليه أيام كان الفلك في خدمة التنجيم وتكهناته ، واصبحت الحاجة الى معرفة طرق جديدة للملاحة اكثر من ملحة ، وكانت معرفة موقع السفينة في عرض البحر ومعرفة خط الطول الذي تقع عليه السفينة من المشكلات المعقدة المتكررة / بمرور الأيام اصبحت هذه المشاكل اكثر إلحاحاً لضرورتها القصوى في المجهودات الحربية والاقتصادية ، وخاصة في الممالك التي تطور فيها العلم مثل انكلترا وفرنسا وهولندا / كانت مشكلة معرفة خطوط الطول من المشاكل التي ساهم في

PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

Autore *J.S. NEWTON*, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore *Lucasiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.  
*Julii 5. 1686.*

LONDINI,  
Jussu Societatis Regiæ ac Typis *Josephi Streater*. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

شكل (١٣٩)

صورة الغلاف للطبعة الأولى من كتاب نيوتون « الفلسفة الطبيعية للأسس الرياضية » De  
Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica الذي ظهر عام ١٦٨٧ ويحمل الكتاب اسم  
صمويل سبي رئيس الجمعية الملكية . كان أثر هذا الكتاب على تقدم العلوم الطبيعية أكثر  
من أي كتاب آخر .



شكل (١٤٠)

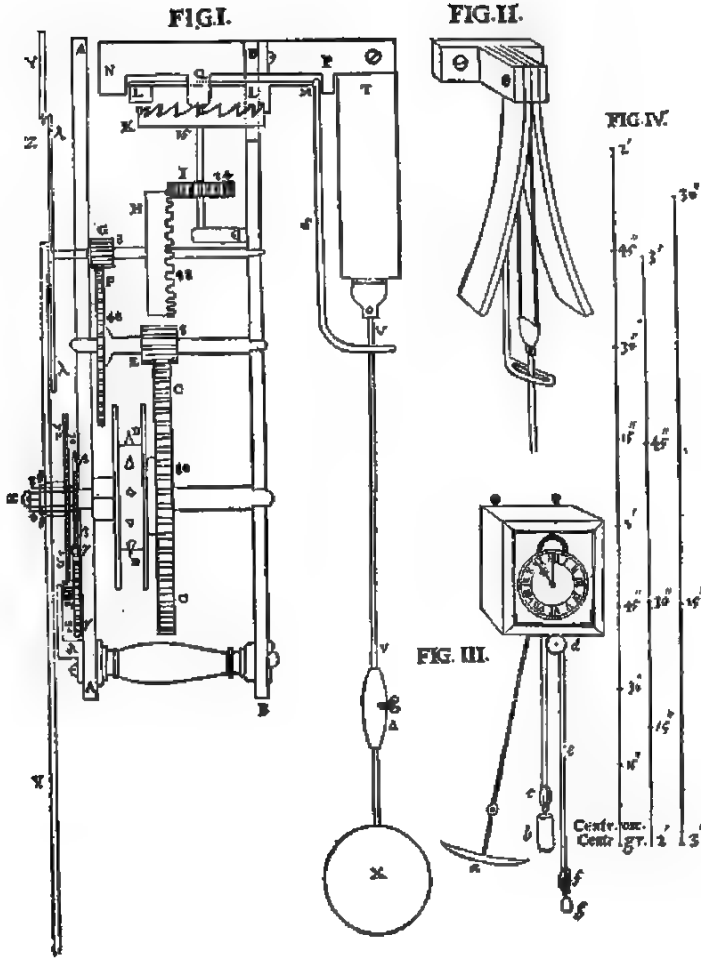
جيوڤاني دومينيكو *Giovanni Domenico* (١٦٦٥ - ١٧١٢) أول رئيس للمرصد الفرنسي الذي انشئ عام ١٦٧٢ ، ويرى في الصورة المرصد وأمامه تليسكوب كبير .

حلها الفلكيون المثقفون والبحارة المتمرسون لعدة قرون ، وللمساعدة في حل هذه المشكلة العملية انشئت أول مؤسسة علمية وطنية وهي المرصد الملكي بباريس عام ١٦٧٢ والمرصد الملكي بجريتش بلندن عام ١٦٧٥ /

/ ولمعرفة خط الطول في أي مكان / يجب معرفة الوقت الصحيح وهو ما اصطلح على تسميته بوقت جريتش / ومعرفة هذا الوقت في مكان معين ومقارنته بالوقت المحلي يمكننا معرفة الفرق بين الوقتين / وهذا يمكن تحويله الى خط طول / وقبل اختراع الراديو كان يمكن معرفة وقت جريتش بطريقتين أولهما معرفة حركات القمر بين النجوم - ساعة مثبتة في السماء - والثانية بحمل ساعة خاصة دقيقة صممت لهذا الغرض - وتحتاج الطريقة الأولى الى جداول رياضية دقيقة لمعرفة مكان الأجسام السماوية ، أما الطريقة الثانية فتتوقف على دقة الساعة المستعملة / وخلال القرن السابع عشر والجزء الأخير من القرن الثامن عشر استعملت الطريقتان دون تفضيل واحدة على الأخرى / ولكن كان هناك الحافز المستمر للتفكير والملاحظة والتجربة في كلا الاتجاهين ، وكان جزء من هذا الحافز المستمر مادياً اما الجزء الآخر وهو الأكبر فكان يتعلق بالكرامة والقومية . /

### الكرونومتر

يتبين لأول وهلة أن الطريقتين مختلفتان / فواحدة تتعلق بحركة جهاز آلي ميكانيكي / أما الأخرى فتتعلق بالكواكب في الفضاء ، ولكن بدراسة الطريقتين يتضح انهما يتوقفان على قاعدة واحدة وهي الديناميكا / انه جاليليو الذي اكتشف بنفسه ان النظم المثالي الذي يحافظ على الوقت هو البندول / وكان لهوك الفضل الأكبر في استبدال البندول بالرفاص الزنبركي الذي لا يتأثر بحركة السفينة / وفي كلتا الطريقتين كان لتعيين الوقت المضبوط أن تعرف قوانين الحركة للأجسام المتذبذبة وهنا استطاع هيوجنس حل هذه المشكلة وأن يضع أساس عمل الكرونومتر كما أوضح ذلك في كتابه Horologium Oscillatorium عام ١٦٧٣ . مضى زمن طويل قبل ان توضع هذه الأسس موضع التنفيذ واستغلالها في الأمور العملية / تم ذلك بفضل الحرفيين المهرة ، واستطاع هاريسون ان ينال جائزة الأدميرالية عندما قدم كرونومتره عام ١٧٦٥ الذي بواسطته يمكن تحديد خطوط الطول (\*) (٦) . /



شكل (١٤١)

صفحة من كتاب كريستيان هوجنس *Horologium Oscillatorium* ، وفيه وصف دقيق لعمل رقاص الساعة ، وفي الشكل الأول صورة جانبية لساعة هوجنس ، وفي الصورة الثانية تخطيط لفكين دوارين ، وفي الصورة الثالثة ساعة كاملة ، وفي الصورة الرابعة تحليل لمركز التذبذب والجزائية للرقاص الدوار .

## حركات الكواكب : قانون الجاذبية

كان للاهتمامات الفلكية الفضل الأكبر على تقدم العلم في العصر الحديث وكان هذا بسبب الدافع القوي الذي قدمه الفلك لايجاد حل رياضي وديناميكي لحركات الكواكب ، ويتساءل الكثيرون لماذا تدور الكواكب حول الشمس في مدارات اهليجية كما وصفها كبلر ، وللجابة عن هذا التساؤل يعتقد البعض ان الكواكب لا بد وان تكون ثابتة في مدارها بنوع من قوى الجاذبية ، وفي الحقيقة ان فكرة الجاذبية قديمة منذ ان درس جليبرت المغناطيس بل قبل ذلك بوقت طويل ، فقد اثبتت الدراسات على المغناطيس ان الجاذبية يمكن ان توجد بين جسمين بعيدين ، واقترح جليبرت نفسه بان ما يثبت الكواكب في مواضعها ويجعلها تدور في مداراتها هي المغناطيسية .

/ في عام ١٦٦٦ استنتج بوريلي الفكرة الهامة وهي ضرورة وجود قوة توازن وهي القوة الطاردة المركزية لكي تحتفظ الكواكب بمراكزها في مداراتها كالقوة الناشئة من حجر المقلع المربوط في طرف الحيط ، وهي قوة ميزها بأنها هي قوة الجاذبية التي تمتد بعيداً عن الأرض لتصل الى القمر كما تمتد من الشمس لتصل الى الكواكب . ولشرح طبيعة المدار الاهليجي وازدياد سرعة الكواكب عند اقترابها من الشمس لا بد من ازدياد الجاذبية لتعادل القوة الطاردة المركزية ، ومن هنا استنتج بأن الجاذبية يتوقف مداها على المسافة بين الجسمين ، والسؤال الآن هو أي علاقة تربطها ؟ لاحظ هوك ان الجاذبية تقل بازدياد المسافة وحاول اثبات ذلك بملاحظة اختلاف وزن الجسم وهو على الأرض عنه في جوف المنجم عنه على قمة برج الكنيسة .

/ اصبحت نظرية الجاذبية من انتصارات ديكارت ومنطوقها « تندفع الأجسام الثقيلة نحو مراكز جاذبيتها وفق مبدأ غامض مرده الأثير الناتج من دوراتها وهو ما استشهد به نيوتون عام ١٦٨٧ ، ٤-١٢٠ .

/ كان لا يمكن التقدم في هذا الموضوع دون اختصار هذه الآراء وصياغتها في عبارة رياضية تم تحقيقها بالملاحظة ، ولقد تمت أولى هذه الخطوات على يدي هيرجنس عام ١٦٧٣ عندما كان يعمل على بندول الساعة ، وصاغ قانون القوة الطاردة المركزية مبيناً انها تتوقف على نصف قطر الدائرة وتتناسب تناسباً عكسياً مع مربع الزمن ، وبناء على القانون الثالث لكبلر يتناسب مربع الزمن مع مكعب



نصف القطر ، وتبعاً لذلك تتوقف العلاقة بين الجاذبية أو قوة الجذب المركزية وقوة الطرد المركزية على حاصل قسمة نصف القطر على مكعبه وبمعنى آخر عكس مربع نصف القطر . توصل الى هذه النتيجة كل من هوك وهالي وورن عام ١٦٧٩ ، ولكن بقيت مشكلتان تنتظران الحل وهما المدار الأهليجي وطبيعة الجاذبية بين الأجسام الكبيرة ، وفي هذا الموضوع كتب هوك الى نيوتون يستوضحه الأمر ولكنه لم يتلق رداً . في عام ١٦٨٤ منح هالي Halley جائزة لحله هاتين المشكلتين ، وكان الحل سهلاً توصل اليه الكثيرون ، واستطاع احدهم بمقدرته الرياضية ان يجد الحل الرياضي كما استنتج النتائج الثورية التي جاءت بعد ذلك .

#### اسحق نيوتون

وُلد ايزاك نيوتون عام ١٦٤٢ ، وهو نفس العام الذي توفي فيه جاليليو ، وقد اشتهر بأبحاثه الرياضية والبصرية ، وهو احد ابناء الطبقة المتوسطة الريفية التي منها كرومويل واعضاء البرلمان / ولد نيوتون بعد وفاة ابيه وهو احد فلاحين لنكولنشير الصغار وذهب الى كمبردج حيث تلقى تعليمه دون اي امتياز / وفي عام ١٦٦٣ اتصل نيوتون باستاذ الرياضيات اسحق بارو Isaac Barrow (١٦٣٠ - ١٦٧٧) الذي قدر مواهبه وعينه في كرسية عام ١٦٦٩ ، وهو في سن السادسة والعشرين بالرغم من انه لم ينشر أي بحوث أو يجذب انظار احد / بقي في كمبردج الى ان نال قمة مجده حيث عين مراقباً ثم رئيساً لدار سك النقود بمرتبة اربعمائة جنيه استرليني سنوياً واعتبر محظوظاً في ذلك الوقت ليحصل على مثل هذه الوظيفة وقد قام بأداء واجباته بضمير حي وامانة مطلقة ١١٣-٤ .

وفي كمبردج اشتغل نيوتون بالبصريات واشياء اخرى تتعلق بالفيزياء والكيمياء وتدوين احداث الكتاب المقدس / والمهرطقة اللاهوتية / لم يؤثر نيوتون إلا قليلاً على الجامعة ولم يكن له مدرسة تتبعه ، وهناك وقع تحت تأثير جماعة من المتدينين المتزمتين من اتباع هنري مور ، ومن خلال تعاليمهم تأثرت افكاره وفلسفته بفلسفة افلاطون وبالتالي فلسفة العلم الحديث ٤٤-٤٤ . ساعدت هذه الفلسفة نيوتون على صياغة افكاره التي اثبتت اخيراً امكانياتها الثورية بعد ان قولنت في أول الأمر بالتوقير / كان نيوتون شخصاً شاذاً في اخلاقه متحفظاً

وغماضاً وكتوماً ، لم يتزوج ولم يقبل رسامة الكاهن لأنه كان غير مؤمن به كان يعرف الكثير ولا يقبل الجدل ولذلك كان موضع انتقاد واستياء الآخرين /

جاءت علاقة نيوتون بموضوع الجاذبية ومناقشتها العامة متأخرة ، واليوم نعلم من المستندات التي ظهرت حديثاً ان نيوتون في عام ١٦٦٥ اكتشف القانون



شكل (١٤٢)

ايزاك نيوتون Isaac Newton . نقش على النحاس انجزه جيمس ماكارديل James Macardel (١٧١٠ - ١٧٦٥) عام ١٧٤٠ . وهو يعتبر من احسن الفنانين الأنكليز في فن النحت والصورة

مأخوذة من رسم لنوك سيمان Nock Seeman

العام للجاذبية الذي استنبطه من اعمال جاليليو وهو ما يعرف بقانون التربيع العكسي للجاذبية ، واكتشف مصادفة قانون الطرد المركزي قبل ما يكتشفه هيوجنس بعشر سنوات ولأن لم يعرف السبب الذي من أجله لم ينشر نيوتون قانونه للجاذبية إلا بعد عشرين سنة من اكتشافه / كان نيوتون دقيقاً يشد الكمال في عمله ، وفي الحقيقة ان تضارب وتناقض النتائج المستخلصة من عدم الدقة في القياسات كانت السبب في ذلك ولا يعرف بالضبط التاريخ الصحيح الذي فيه استطاع نيوتون ايجاد الطريقة الرياضية لحساب المدار الاهليجي للكواكب .

لم تصبح انجازات نيوتون حاسمة إلا عندما نشر جلد له مع هوك بمساعدة صاحبه هالي ، ومن هذه الانجازات ايجاد الطريقة الرياضية لتحويل الأسس الفيزيائية الى نتائج كمية يمكن قياسها واثباتها بالملاحظة ، وبالعكس يمكن تحويل هذه المشاهدات الى مبادئ فيزيائية ، وكما جاء على لسانه في كتابه Principia أو « المبادئ » اقدم هذا الكتاب كمبادئ رياضية للفلسفة لأنني اعرف ان مشاكل الفلسفة تقع كلها عليها بدءاً من مظاهر الحركات واثبات قوى الطبيعة ثم استخدام هذه القوى لاثبات مظاهر اخرى / ارجو ان استطيع معرفة المظاهر الأخرى للطبيعة بنفس طريقة الاستنباط من مبادئ الميكانيكا لأنني مقتنع لأسباب كثيرة ان كل هذه المظاهر الطبيعية تتوقف على قوى معينة تنجذب بواسطتها جزيئات الجسم وتتجمع مع بعضها أو تتنافر وتبعد عن بعضها وقد حاول الفلاسفة معرفة كنه هذه القوى الغير معروفة ولكنهم فشلوا في ذلك ، اتعشم ان المبادئ المطروحة هنا سوف تلقي بعض الضوء عليها أو ايجاد حلول سليمة لها .

### التفاضل والتكامل المتناهي في الصغر

كانت أداة نيوتون في تحويل الأسس الفيزيائية الى نتائج كمية يمكن قياسها واثباتها بالملاحظة أو العكس هي استعمال التفاضل والتكامل المتناهي في الصغر أو كما سماها طريقة التدفق (Fluxions) . تعتبر هذه الطريقة قمة العمل الرياضي لمجموعة من الرياضيين مروراً بيودوكس Eudoxus وأرخميدس . وفي القرن السابع عشر تطور هذا العمل بسرعة نتيجة لأعمال فرمات Fermat وديكارت ، وصيغت هذه الطريقة بالصورة التي نعرفها بواسطة ليبنز Leibniz

(١٦٤٦ - ١٧١٦) . وسواء كان فضل إيجاد هذه الطريقة يرجع الى نيوتون أو لينز - وكان هذا من مواضع الجدل المؤسف - فهذا لا يهم تطور العلم - المهم ان نيوتون استخدم التفاضل والتكامل في حل مسائل حيوية بل حاول الآخرون استخدامه في حل مشاكلهم .

بأستخدام التفاضل والتكامل يمكن إيجاد موضع الجسم في أي لحظة وذلك بمعرفة العلاقة بين موضع الجسم وسرعته أو معدل التغير في السرعة في أي لحظة أخرى، ومعنى آخر اذا عرفنا قانون القوة، يمكننا حساب مسارها، كما ان قانون الجاذبية لنيوتون مشتق مباشرة من قانون الحركة لكبلر، وهما طريقتان رياضيتان لأثبت شيء واحد بينما تبدو قوانين حركة الكواكب انها نظرية إلا ان فكرة بقاء الكواكب في مسارها ثابتة بجاذبية قوية هي فكرة يمكن ادراكها حتى ولو بقيت هذه القوة نفسها شيئاً غامضاً .

أحدث نيوتون تطوراً في علم التفاضل كما استخدمه لحل مشاكل ديناميكية عديدة وأخرى هيدرو ديناميكية ، وبسرعة أصبح هذا العلم هو الطريقة الرياضية لحل وفهم المتغيرات والحركات وكذلك جميع مسائل الهندسة الميكانيكية كما بقي دائماً الطريق الوحيد لحل هذه المسائل في العصر الحديث ، وفي الحقيقة أصبح التفاضل والتكامل اداة العلم الحديث كالتيليسكوب تماماً .

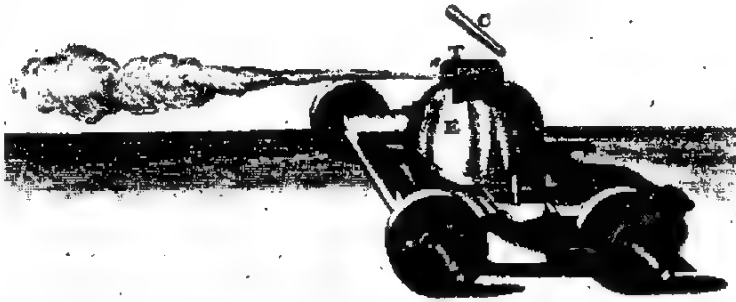


شكل (١٤٣)

تجربة لأثبت قانون الجاذبية لنيوتون واستخدام التفاضل والتكامل - استخدمه نيوتون لاستنباط نظرية الجاذبية الأرضية وتطبيقها على الأجسام الساقطة على الأرض والمدارات الأهلجية للكواكب تحت تأثير جاذبية الشمس .

لا بد وان الحاح هالي جعل نيوتون يقتنع بضرورة أن يشمل كتابه « الفلسفة الطبيعية لمبادئ الرياضيات » حله وشرحه لحركات الكواكب / نشر هذا الكتاب بمعرفة الجمعية الملكية ويحمل اسم رئيسها صمويل بيبس Samuel Pepys ولعدم قدرة الجمعية على تحمل نفقات طبع الكتاب تحمل هالي هذه النفقات من ماله الخاص / يشمل هذا الكتاب سلسلة من المناقشات الفيزيائية وتطورها وفي هذا المجال لا يوجد كتاب آخر يجاريه في تاريخ العلم ، ومن الناحية الرياضية يمكن لكتاب نيوتون ان يكون شبيهاً لكتاب يوكلد Euclid « العناصر » Elements اما من الناحية الفيزيائية وتأثيره على الأفكار فيمكن مضاهاته بكتاب أصل الأنواع « Origin Of Species » لدارون ١ ومنذ ظهور كتاب نيوتون المبادئ أصبح هذا الكتاب انجيل العلم الحديث ليس فقط موضع التقديس الشديد لمذهب نيوتون ولكن لتوسعه في اعطاء الطرق الجديدة وامثلة عليها /

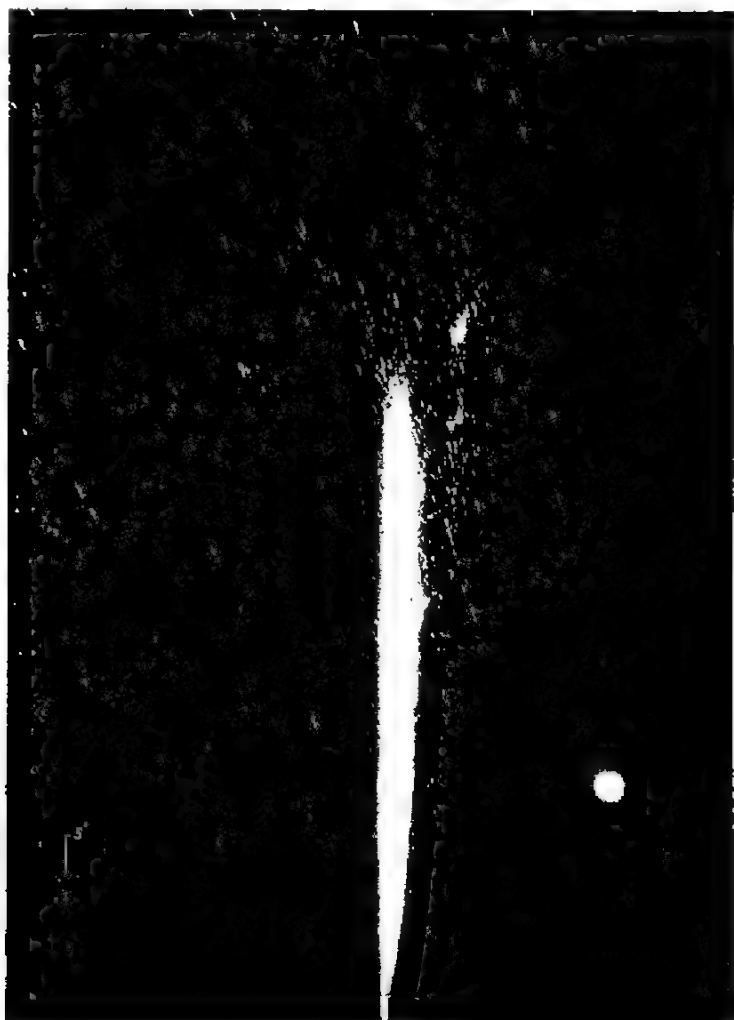
/ في كتابه المبادئ انجز نيوتون اعمالاً كثيرة بجانب قوانين حركة الكواكب ، وكان هدفه الأساسي بلا شك هو اثبات أو شرح كيف ان الجاذبية الأرضية تستطيع المحافظة على نظام الكون ، وأراد أن يوضح ذلك ليس عن



شكل (١٤٤)

حرك نفث يعمل بالبخار لتوضيح قانون نيوتون الثالث الخاص بالعمل ورد فعل الأجسام من كتاب « العناصر الرياضية للفلسفة الطبيعية واثباتها عملياً » .

Mathematical Elements of Natural Philosophy Confirmed by Experiments



شكل (١٤٥)

✓ صورة المذنب هالي عند عودته بالقرب من الشمس والأرض عام ١٩١٠ ، النجم المضيء على اليمين هو كوكب الزهرة / سمي المذنب باسم هالي حيث انه هو الذي تنبأ بمجيئه / كانت حسابات هالي تعتمد على نظرية الجاذبية الأرضية لنيوتون / كانت لهالي كل الأسباب والفرص لكي يكون ملماً بأعمال نيوتون حيث انه هو الذي ساعد على ظهور الطبعة الأولى لكتابه « المبادئ » وهو الذي مول طبع هذا الكتاب . /

طريق الفلسفة القديمة ولكن بطريقته الكمية الفيزيائية الجديدة ، وفي سبيل ذلك كان أمامه واجبان لتحقيقهما ، الواجب الأول هدم جميع الأفكار الفلسفية القديمة والحديثة ، اما الواجب الثاني هو اقرار افكاره ليس فقط لصحتها ولكن لأنها الأكثر ثقة لتحقيق الظواهر المختلفة .

نوقش كثير من المواضيع في كتاب المبادئ بعناية فائقة كما ذكرت حجج عملية لاثباتها ، ومن هذه الموضوعات نظرية ديكارت بدواماته وكواكبه الدائرة فيها . كانت هذه فكرة بديهية ولكنها غير قادرة - كما بين نيوتون - على اعطاء نتائج كمية دقيقة ، وفي محاولته هذه اهتدى نيوتون الى علم الهيدروديناميكا كما وجه الأنظار الى خاصية اللزوجة ومقاومة الهواء ووضع أسس ميكانيكية السوائل التي ظهرت أهميتها عند اختراع الطائرة .

ولوان نيوتون استخدم التفاضل والتكامل للتوصل الى نتائجه العظيمة إلا انه كان حريصاً في كتابه « المبادئ » على اعادة صياغة جميع الأعمال الكلاسيكية الهندسية منذ عهد الأغريق بطريق رياضية وفلكية يمكن ادراكها . كانت النتيجة المباشرة لنشر هذا الكتاب هي اعطاء طريقة حسابية دقيقة لتحديد مراكز القمر والكواكب مبنية على ملاحظات قليلة بدلاً من الطرق القديمة التي كانت تعتمد على الطرق الكثيرة الاستقرائية ، فكان يكفي معرفة ثلاث ملاحظات على أي جرم سماوي لمعرفة مركزه مستقبلاً ، تم اثبات ذلك بعد وفاة نيوتون على يدي صديقه هالي وذلك عن طريق نجمة المذنب الذي عاد وظهر كما تنبأ بناءً على قوانين نيوتون والتي كان من نتيجة استخدامها ان اصبح التقويم الفلكي الخاص بالملاحة اكثر دقة عن ذي قبل ، ولسوء الحظ كان انساب الأجرام السماوية التي بملاحظتها يمكن معرفة خطوط الطول هو القمر وتعتبر حركته اكثر الحركات تعقيداً في المجموعة الشمسية ، ولم يتمكن احد في ذلك الوقت من اختصار حركاته الى شيء بسيط يرشد البحارة في رحلاتهم الى ان جاء ذلك على ايدي صناع الساعات المهرة وبواسطة عقول الفلكيين الميكانيكيين .

حل نيوتون محل أرسطو

ان نظرية الجاذبية الأرضية لنيوتون وانجازاته الأخرى في العلوم الفلكية تمثل آخر الحلقات في اختفاء صورة أرسطو للكون والتي بدأت بكوبرنيكوس . ان رؤية الكواكب وهي تتحرك بفضل محركها الأول أو باللائكة بأمر من الخالق

قد استبدلها نيوتون بذكائه بميكانيكية تعمل تبعاً لقوانين طبيعية لا تحتاج الى قوى دائمة ، ولكن تحتاج الى العناية الإلهية لخلقها ولدورانها في أفلاكها .

لم يكن نيوتون نفسه متأكداً من ذلك ، وللتهرب من الحقيقة ، ترك الباب مفتوحاً لضرورة وجود العناية الإلهية لاستقرار النظام الفلكي ، ولكن جاء لابلاس Laplace (ص ٦٦٤) وأغلق هذا الباب واستغنى عن العناية الإلهية ، أما الحل الذي توصل اليه نيوتون فيشمل كل الطرق الضرورية للتنبؤ بمراكز القمر والكواكب وانتهى بذلك كل التساؤلات عن وجود العناية الإلهية وهنا شعر نيوتون بأنه أكمل مهمته وتفسيره بحيث أصبح لا يتقبل اسئلة أخرى .

تغطي نيوتون المهدف الذي كان يريد الوصول اليه وهو وجود حركة مطلقة بقوله : كما جاء على لسان اصدقائه اتباع افلاطون : لا هذا الفضاء هو الاحساس والادراك والعقل المدبر ، هو الخالق الذي يجب ان يكون أمره مطاعاً ، بهذه الطريقة تجنب الحيرة بين النظريات النسبية ، اما نظريته فلم تغط الأسباب التي من أجلها تدور كل الكواكب في فلك واحد وفي نفس المسار وهو ما حاول ديكارت ايجاد حل سهل لدورانه ، وبأمانة اخفى نيوتون جهله في موضوع الخلق بفرضه بأن ذلك كانت ارادة الله في بدء الخليقة .

في هذا الوقت انتهت المرحلة الهدامة لعصري النهضة والأصلاح وبدأت مرحلة وفاق وتراض بين الدين والعلم كما حدث بين الملكية والجمهورية وبين الطبقة المتوسطة وطبقة النبلاء . اعطى نظام نيوتون للكون امتيازاً خاصاً للمذهب الأورثوذكسي ، ففي هذا النظام لا يظهر بوضوح يد الله في الأحداث السماوية وكذلك الأرضية ، ولكنها تظهر فقط في خلق وتنظيم الكون ككل . وفي الحقيقة أصبح الله ملكاً دستورياً ، ومن ناحية أخرى لم يرغب العلماء في الاعتداء على المعتقدات الدينية لعلمهم انها محور حياة الانسان ومصدر طموحه ومسؤولياته في ذلك الوقت . استمر هذا الوفاق الذي وضعه الأسقف سيرات والذي دعا اليه الدكتور بنتلي Bentley عام ١٦٩٢ حتى جاء دارون واجبطه في القرن التاسع عشر (\*) (٧) .

بالرغم من ان اعظم اكتشافات نيوتون تظهر نظرية الجاذبية الأرضية إلا ان اثره الأكبر على العلم هو في الحقيقة الطرق العملية التي استخدمها لتحقيق نتائجه . فحساب التفاضل والتكامل اعطى العالم طريقة عملية للانتقال من



التغير الكمي للأشياء الى الكم نفسه والعكس بالعكس ، كما قدم نيوتون الطرق الرياضية الدقيقة لحل المسائل الفيزيائية والتي استمرت بعده قرابة مائتي عام . وبوضعه قوانين الحركة التي ربطت ليس فقط القوة بالحركة ولكن بتغير الحركة ايضاً وبذلك قضى الى الأبد على البديهيات القديمة التي كانت تعتقد ان القوة ضرورية لاستمرار الحركة دون اعتبار لدور الاحتكاك . وهذا الذي يستدعي بقاء القوة في كل العمليات الميكانيكية باعتبار ان الاحتكاك شيء ثانوي وهو الموضوع الذي حاول المهندس الماهر إلغائه أو التقليل من تأثيره ، وفي كلمة واحدة استبدل نيوتون نظرية القدماء الاستاتيكية بالنظرية الديناميكية للكون . هذا التحول مضافاً اليه نظريته الذرية اظهرتا ان نيوتون كان لاشعورياً متمشياً مع الحالة الاقتصادية والاجتماعية العالمية في ذلك الوقت / وكان المبدأ السائد هو على كل انسان ان يشق طريقه بأقدامه وعزيمته بدلاً من الوضع الميراثي الموروث الذي كان سائداً في العصور القديمة الاقطاعية(\*) (X) .

وبعيداً عن انجازات نيوتون فإن خلاصة التجارب العملية، والنتائج الرياضية في هذا القرن من الزمان اضافت طرقاً جديدة ودقيقة امكن الاعتماد عليها واجراؤها بواسطة علماء القرون التالية ، وفي نفس الوقت طمأنت العلماء بأن هذا الكون انما ينظمه عدد من القوانين الرياضية البسيطة وسوف نرى ان قوانين الكهرباء والمغناطيسية بنيت على اساس نيوتونية وان النظرية الذرية كانت نتيجة مباشرة لأراء وافكار نيوتون عن الذرة .

### هبة وتأثير نيوتون

صحب نجاح نيوتون بعض المساويء فقد كانت قدراته فائقة واعماله غاية في الدقة بحيث اثر على تقدم العلوم في القرن الذي عاش فيه وفي القرن الذي جاء بعده وأصابها بالجمود ، فلم يحدث تطور إلا في المجالات التي لم يعثرها نيوتون - ففي انكلترا استمر هذا الجمود في الرياضيات الى منتصف القرن التاسع عشر ، وفي الحقيقة استمر تأثير اعمال نيوتون ابعد من تأثير نظامه حتى ان نظرياته اخذت دون مناقشة أو جدل حتى اخطاؤه المعروفة التي انبثقت من معتقداته اللاهوتية التي اعتنقها دون مناقشة لم يقطن اليها العلماء إلا في عهد اينشتين .

وليس صحيحاً أن عظمة نيوتون كانت في ترجمة الفلسفة الى عبارات

رياضية فقط بل كان لتأثير افكاره اكبر الأثر في المجالات الاقتصادية والسياسية ،  
فقد أثرت آراء نيوتون على تفكير اصدقائه امثال لوقا وهيوم بحيث انها خلقت  
مذهب الشك العام والأيمان المطلق سياسة عدم التدخل واطلاق الحريات التي  
اضعفت من هبة الدين واحترام النظام الإلهي للمجتمع ، ومن خلال اعمال  
وافكار فولتير الذي صاغها بالفرنسية انبثقت مبادئ الثورة الفرنسية ، وإلى وقتنا  
هذا استمرت هذه الأفكار الأسس الفلسفية لتحرير الطبقة البرجوازية .

## ٧ - ١٠ نظرة الى احداث الماضي القريب - الرأسمالية ومولد العلم الحديث

إذا استرجعنا خطوات تطور العلم الحديث في القرون الخامس عشر  
والسادس عشر والسابع عشر نجد اننا في موقع احسن لنرى لماذا حدث مولد  
العلم الحديث في الوقت والمكان المناسبين ، فنرى كيف انه تابع انتعاش التجارة  
والصناعة الذي عاصر قيام الطبقة البرجوازية في القرنين الخامس عشر والسادس  
عشر وانتصارها السياسي في انكلترا وهولندا في القرن السابع عشر / وبعد ذلك  
تابع العلم الحديث ظهور الرأسمالية ، وفي نفس الوقت كانت نفس الحركات  
التي قضت على الاقطاع والنفوذ الكنسي هي نفسها التي قضت على العبودية  
والأنظمة المتخلفة المتوارثة ، وكما في السياسة كذلك في العلم حدثت ثورة على  
التقاليد التي حررت عقل وأبداع الانسان واخرجته من الدائرة الضيقة التي كان  
مسجوناً فيها ، فلم يبق جزء في هذا الكون مجهولاً للعلماء ولا مكان على هذه  
الأرض لم يطرقه الانسان .

### وحدة العلم في القرن السابع عشر

بالرغم من تشعب مجالات البحث في القرن السابع عشر فقد توحدت  
اغراض العلم وتبلورت في ثلاث قواعد اساسية هي الأشخاص والأفكار  
والتطبيقات / وفي المكان الأول استطاع العلماء في هذا القرن العمل والأنتاج في  
كل المجالات المتاحة في العالم فلم يكن نيوتون رياضياً وفلكياً وبصرياً وديناميكياً  
فقط بل كان كيميائياً أيضاً ولو انه نشر القليل من البحوث إلا انه كان ملماً بمعظم  
المعلومات ، والمعارف أكثر من أي شخص آخر في زمانه ، وكذلك هو  
فبالرغم من انه كان رياضياً بارعاً وعمل في كل المجالات السابقة إلا انه عمل في  
مجال علم وظائف الأعضاء والبحوث الميكروسكوبية أيضاً ورن Wren المهندس

المعماري المشهور كان قريباً من الوسط العلمي / كان من نتيجة عالمية العلماء وبراعتهم الفائقة في القرن السابع عشر ان استطاعوا الحصول على صورة جامعة لمجالات العلم لم يكن من السهل الحصول عليها في القرون اللاحقة ١٥-٩٥ .

### الفلسفة الرياضية

اما القاعدة الثانية التي ارتكز عليها العلم في القرن السابع عشر فهي وحدة الإدراك الناتجة من الفكرة الرائدة وطريقة العمل الرياضية المستخلصة من رياضيات الأغريق والعرب والهنود والصينيين ولم يكن ذلك مجرد تحصيل بل كان مؤثراً ولو انه غير محسوس / وفي الحقيقة كان تغيير مجالات العلم في القرن السابع عشر يرجع الى تركيز التفكير في الرياضيات وحدها حتى ان المشاكل التي لم يستطع حلها رياضياً تركت دون حل / ليس هذا فقط بل حدث ان عولجت بعض الموضوعات التي لا يمكن حلها رياضياً بحلول رياضية تبثت على الضحك / ومن هذه الموضوعات محاولة احد تلاميذ هارفي شرح عمل غدد الجسم البشري بالقوة الدافعة النسبية لجزيئاتها والتي تتوقف على مدى انفراج زوايا خروج افرازاتها منها / اما المثل المثير الآخر فكان في الوسط الاجتماعي / فقد حاول سبينوزا Spinoza ( ١٦٣٢ - ١٦٧٧ ) احد نبلاء القرن السابع عشر وفيلسوفها ان يترجم القواعد الأخلاقية الى اسس رياضية / كان لاصرار علماء القرن السابع عشر على استعمال الرياضيات فقط في حل مشاكلهم ان نجحوا في هذه المواضيع فقط كمجالات الميكانيكا والفلك وهي المجالات التي نجح فيها الى حد محدود الأغريق ولم يتقدموا في العلوم الأخرى الكيماوية والبيولوجية . /

### العلم والمشاكل التكنيكية

اما القاعدة الثالثة المميزة للعلم الحديث في القرن السابع عشر فكانت تتعلق بالمشاكل التكنيكية في ذلك الوقت ، وكما رأينا ان التقدم السريع في العلوم ابتداء من القرن الرابع عشر وربما قبل ذلك ، بدأ بالقضاء على التقاليد الموروثة في اوروبا حيث كانت الحاجة ماسة الى اكتشاف مصادر طبيعية جديدة ، ولذلك كان الاهتمام بالخلق والأبداع كبيراً / كانت أهم المشاكل في ذلك الوقت هي المتعلقة بالتعدين وصهر المعادن والمواصلات وصناعة المنسوجات وكلها مسائل تكنيكية ، ولكن تبعاً للظروف الجارية ظهرت مشاكل أخرى امام العلماء وضرورة إيجاد حلول لها وكثير من هذه المشاكل كانت تتعلق بالملاحة والمدفعية

وكلها مشاكل قديمة طرحت منذ أيام الأغريق وتحتاج الى حلول عملية ، وكان ذلك من نصيب القرن الثامن عشر .

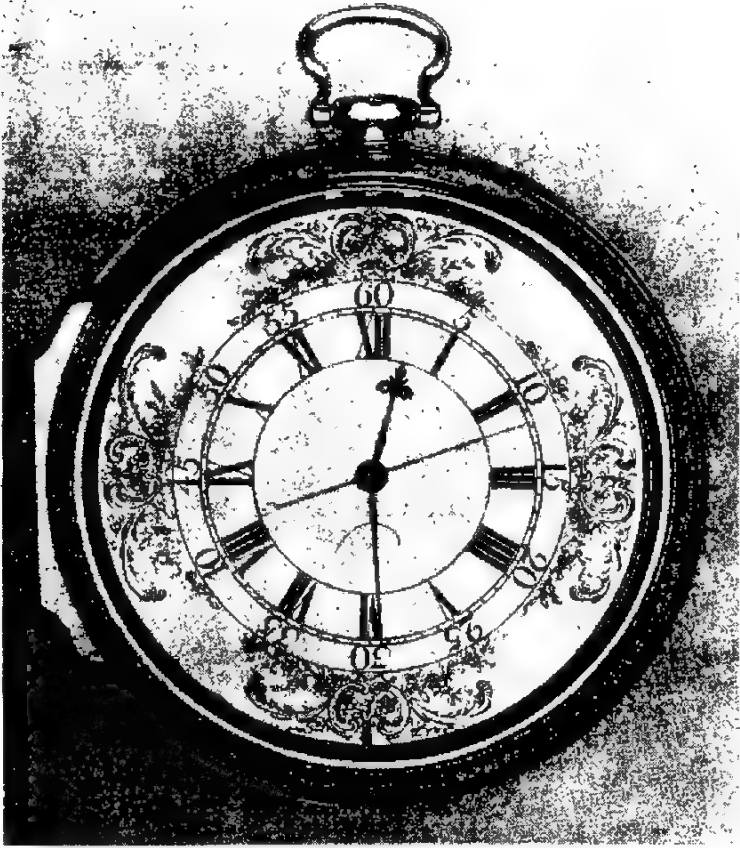
العلم يثبت جدارته

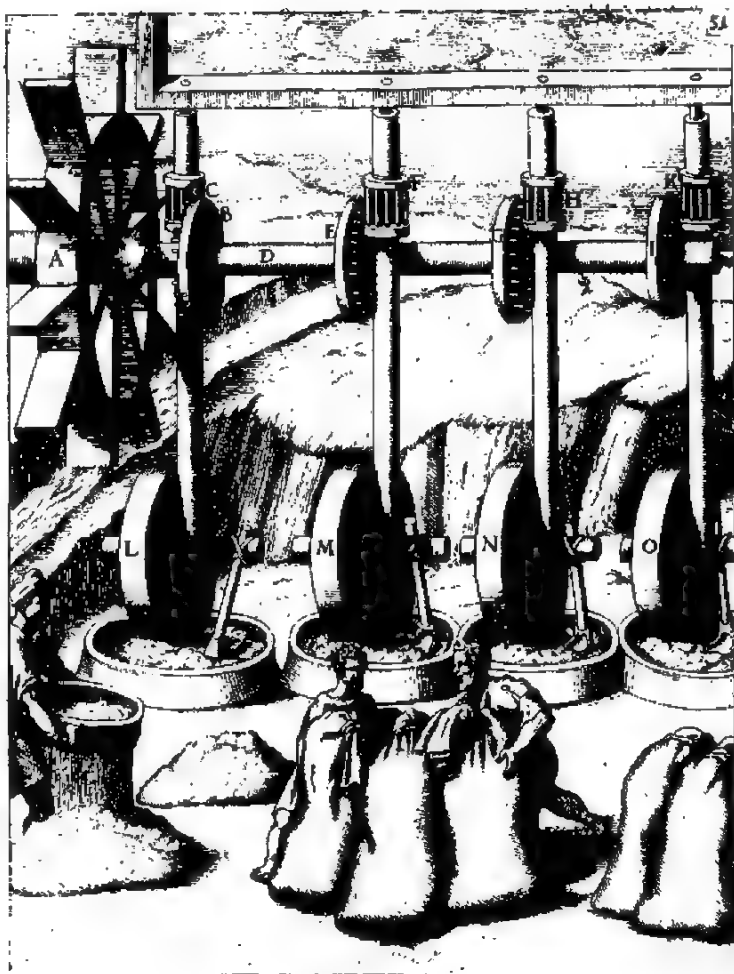
كان العلماء يطالبون بانجاز نتائج اكثر مما كان ممكناً في ذلك الوقت ، والى نهاية القرن الثامن عشر ربح العلماء من الصناعة اكثر مما تتحمل ، ففي مجال الكيمياء وعلوم الحياة حدث ذلك قبل ان يستطيع العلماء استبدال أو تحسين الوسائل التقليدية القديمة بمائة عام على الأقل ، اما في الطب فكانت المدة أطول من ذلك بكثير ، وحتى في العلوم الفيزيائية كان الحرفيون الذين يعملون بالآلات وخاصة بالمدفعية هم الأكثر كسباً ، حاول نيوتون تحسين مسار القذيفة من المدافع بالأقلال من تأثير مقاومة الهواء واستمر العمل بطريقته حتى قيام الحرب



شكل (١٤٦) أ، ب

جون هاريسون البحري Harrison (١٦٩٣ - ١٧٧٦) . كان في أول الأمر بحاراً ونجح في حل مشكلة معرفة خطوط الطول باختراعه أول جهاز لقياس الزمن استعمل بنجاح على السفن كان كرونومتره الأول عبارة عن ساعة كبيرة برفاصين ولكل منها كرة صغيرة في نهايتي ذراعها كل منها ، وكان يشمل أيضاً ترمومتراً وهو أساسي للساعة لاعطاء الوقت المضبوط . حسن هاريسون كرونومتره سنة بعد أخرى بحيث أصبح صغيراً كساعة الجيب ، وكان من الدقة بحيث كان يعطي الوقت دقيقاً إلى عشر الثانية في اليوم .





شكل (١٤٧)

بالرغم من التطور في الميكانيكا النظرية لنيوتون وغيره فقد اعتمد المهندس على الجهد الانساني والحيواني أو على الرياح والماء كقوة دافعة من كتاب لجورج اندرياس بوكلي George Andreas

. Bockler

العالمية الثانية ، ولكن وسائله هذه لم تكن عملية في ذلك الوقت / كانت أنابيب  
البنادق غير سوية ولذلك كانت القذيفة غير مطابقة لها كما ان مسحوق البارود  
كان مختلفاً كماً وكيفاً من عينة لأخرى / كانت الوسيلة الوحيدة لتحسين البنادق  
هي استعمال الحبال والأوتاد الخشبية ، فعامل المدفعية المدرب كان يعرف حدود  
فنه فاستطاع الاستغناء عن القذائف ، والاستثناء الوحيد لهذا كان في مجال صنع  
الساعات وادى الاتقان في صناعتها الى اختراع الكرونومترات البحرية بفضل  
بعض المعلومات الديناميكية وكان هذا هو النجاح الكبير الوحيد للعلوم الحديثة  
في مجال الملاحة ، كان ذلك انجازاً كبيراً لأنه حدث في الوقت الذي كانت الحاجة  
ماسة الى التحكم في الطرق الملاحية واكتشاف مناطق جديدة وهو المفتاح الى  
الثروة والعزة القومية وكذلك الى النجاح الاقتصادي والسياسي للدول في ذلك  
الوقت / وينجح العلم في هذه المجالات اثبت جدارته واصبح جزءاً اساسياً في  
الحضارة الرأسمالية الجديدة / ومن هنا اكتسب العلم استمرارية ومكانة لا يمكن  
فقدانها / انتشر العلم وتطور أما أهميته فزادت رسوخاً وثباتاً عندما ثبت أن  
العامل الرئيسي في تقدم وازدهار الممالك الأوروبية في السلم والحرب / وتفوقها  
على الحضارة القديمة الاسلامية والهندية والصينية هو الانجازات التكنيكية وثبت  
ايضاً ان التقدم والتطور في هذه الوسائل يتطلب استمرار التطبيقات العلمية . /

### الأقدمون والحديثون

في هذا المجال التكنيكي يظهر تفوق رجال القرن السابع عشر ليس فقط  
على رجال عصر النهضة والعصور الوسطى بل على قدماء الأغريق والرومان / لم  
يكن رجال هذا العصر احسن ولا انبه من الرجال القدماء ولكن دون شك كانوا  
مبتكرين واستطاعوا انجاز اشياء لم يحلم بها القدماء كاستخدام المدفعية والسفر  
الى امريكا / واهم من الانجازات التي تمت في القرن السابع عشر كان الإدراك  
بان ما تم كان البداية وانه لا توجد حدود للنجاح والتقدم في نفس الطريق ،  
ومنذ عام ١٦١٩ اعلن جوهان فالتين Johan Valentin « انه عمل شائن أن  
تياأس من النجاح ، وهذه الفكرة غريبة عن التفكير خلال العصور الوسطى بل  
بعيدة كل البعد عن العقل الكلاسيكي واصبحت منهجاً في طريقها  
المنتصر ٧٧-٤ /

/ وفي الحقيقة كان الصراع بين القديم والحديث يقظاً ومستمراً في أواخر

هذا القرن ، وقد صادف هذا الصراع فرصاً مختلفة في المجالات العالمية- ٩٥ .  
وكان اكبر تعبير لذلك صراع سويت في مجال الكتب ولكنه في كتابه رحلات  
جوليفر كان كأنما يسبح ضد التيار / وبالرغم من ان هذه الكتب كانت ولا تزال  
تزين مكتبات المثقفين إلا ان أدب الأغريق والرومان كان ميتاً من الناحية  
العملية / ربما كان لهم الفضل في صياغة النثر الذي تميز بالعمق والرزين ، ولكن  
ليس لهم نصيب في تقدم الفلسفة كما تفهمها رجال القرن الثامن عشر .

كان التقدم لا يزال عملاً مثالياً أكثر منه إنجازاً ، ولم تحدث في المرحلة  
الانتقالية للقرون الخامس والسادس والسابع عشر اية ثورة لتغيير طريقة الحياة  
الذي تم بعد ذلك / فقد أعيد توزيع الثروات بحيث كثر عدد الموسرين في  
انكلترا والأراضي الواطئة في أواخر هذا القرن عنه في أوائله / وربما ظهر القليل  
منهم في إيطاليا / كان الشيء الهام هو طريقة استثمار الثروة بتحويلها الى رأس  
مال والقضاء على الأقطاع والقيود على حرية استغلال رؤوس الأموال وبذلك  
اصبح الطريق مفتوحاً لاستثمارها بغير حدود / وفي اول مراحل الرأسمالية كان  
الربح الجديد ينحصر في التقدم التكنيكي وكان البناء الاقتصادي غير ثابت من  
البداية / لم يكن التجار والمهذبون بكل ثرواتهم وحبهم للعلم مستعدين  
لاستغلال الامكانيات العلمية الجديدة / ولكنهم مهدوا الطريق لانتعاش طبقة  
اصحاب الصناعات الصغيرة الذين استفلوا العلوم في تطوير الوسائل التكنيكية  
بالرغم من عدم اعترافهم بها /

### الثورة الثقافية

من الخطأ ان نعتبر ان القوى الدافعة لتطور العلم كانت كلها عوامل  
نفعية / حيث كان العلم لا يزال يحمل الكثير من هيبة واحترام وسياسة واخلاق  
وفلسفة القدماء والتي أضاف اليها عصر النهضة الكثير / كانت الفلسفة الطبيعية  
كما كانوا يسمونها مهنة نبيلة وجديرة بالأحترام وكان لمساندة الأثرياء لها أضافة  
لرونق وبهاء الدولة / وفي نفس الوقت شعر رجال العلوم التطبيقية الجديدة انهم  
هم وليس مثقفي ذلك العهد الورثة الحقيقيون للعهد القديم / وفي الحقيقة ان  
المناطق التي نجحوا فيها في تطبيق مبادئهم ووسائلهم العلمية هي نفس المناطق  
التي بدأت فيها تعاليم الأغريق ومع ذلك بينما كانت رياضيات اليونان احد  
وسائل العلم الحديث فجميع حركات العلم الثقافية انبثقت من الصراع ضد



الفلسفة اليونانية التي طبقت في العصور الوسطى لخدمة النظام الأفطاعي والذي بطل استخدامه / كان استخدام العلوم التجريبية في أول مراحلها حرجاً وهداماً / اما في المراحل اللاحقة فكان هدفها إيجاد قاعدة جديدة للفلسفة وغالباً في اللحن كلما دعت الظروف الى ذلك / لم يكن التغير تاماً حيث كانت التقاليد الدينية والمعتقدات لا تزال سائدة بحيث لا تسمح لأي انحراف عن عقيدة الخلق والخلاص التي يؤمن بها كل من الكاثوليك والبروتستانت وواضح بأن سيكون وديكارت وحتى فلسفة جاليليو ونيوتون الحذرة/ اعطت حريات كبيرة للخالق في ادارة هذا الكون وكانت هذه الحريات اساس النقد الموجه للمعتقدات الدينية في القرن التالي .

كانت قمة التناقض في الثورة العلمية مظهر هؤلاء العلماء امثال كوبرنيكوس ونيوتون اللذين ساهما بقسط وافر في الابتكارات العلمية بالتدوين الشديد وفلسفتها وحافظتها على التقاليد الدينية / لم يكونا ارثوذكسين لأنها كانا يعتقدان ان الأرثوذكسية ضلت الطريق القويم ولذلك قبلنا نظام القديس توما الإكويني St Thomas Aquinas الذي يوفق بين الايمان والعقل ولكن كانا مضطرين لرفض استنتاجاته حيث ان نظام الكون الذي وفق بينه وبين ايمانه اتضح خطأه ولا يمكن ان يقبله العقل / اما طرقهما في التوفيق بين العقل والعقيدة فكانت أقل ثباتاً ، وبذلك انتهت الأيام التي سادت فيها العقائد اللاهوتية على العلم واستطاعت لبعض الوقت من عرقلة مسار العلم في طريق التطور ولكنها لم تستطع ايقافه واصبح مفهوماً بأن الدين محصور في الأطار الاخلاقي والروحاني وبهذا شق العلم طريقه في العالم المادي اراحوا أو لم يريدوا /

### اقرار العلم

بحيء عام ١٦٩٠ اصبح العلم حقيقة ونال الاحترام والتبجيل على الأقل بين الطبقة العليا في ذلك الوقت ، وكانت له مؤسسات في الجمعية الملكية البريطانية والأكاديمية العلمية الفرنسية ، وكانتا مرتبطتين ارتباطاً وثيقاً بالهيئات الحاكمة وكذلك البرلمان وحزب الأحرار في انكلترا والمحكمة العليا في فرنسا ، وانتشر نفوذ العلم في الدول الأخرى وكان مرتبطاً بنظام التجربة أو بعد ذلك ، وربما دعمت أسس العلم فيها بعد ولكن صرحه المقام على هذه الأسس كان ثابتاً ولكن أكثر أهمية من ذلك هي طرق بنائه التي اصبحت معروفة ولا يمكن تجاهلها . مرة أخرى .

ومع ذلك شملت عوامل نجاح الطرق العلمية الأولية عناصر كانت خطيرة عليه فقد احتوت هذه الطرق كثيراً من الآراء القديمة التي صبغت افكار العلماء الأوائل واحتفظوا بها كذكرى مقدسة مع الأفكار الجديدة المنبثقة من التجربة في فلسفة العلم الجديد / هذا الأثر الباقي للاشعوري من الماضي هو الذي ظهر في كثير من النظريات العلمية لهذا القرن واصبح دور القرن الحالي القضاء على نظام نيوتون كما قضى القرن السابع عشر على آراء ارسطو /

#### الجدول (٤)

##### الثورة العلمية

في الجدول التالي محاولة لبيان الملامح الهامة في مولد العلم الحديث وعلاقتها بالتطور في الحياة السياسية والاقتصادية والتكنيكية ، وحساب الزمن في الفترة ١٤٠٠ - ١٧٠٠ كان مطرد النسق اما المرحلة التي ذكرت في الباب السابع فقد اشير اليها مع التركيز على المجهودات في أواخر هذه المراحل وخاصة اكتشافات ونظريات كوبرنيكوس للمجموعة الشمسية والدورة الدموية هارفي ونظرية الجاذبية لنيوتون .

خطط الجدول لبيان اهم العلاقات التي كانت تربط بين هذه الأحداث ، وبالنسبة لتعقيدها لم يشر الى العلاقات الأخرى كعلاقة اكتشاف هارفي بدراسة المضخات ولو انه اشير الى بعضها في الجدول رقم ٨ ( الجزء الرابع )

الجدول (٤)

الفصل	المسئ	الحوادث التاريخية	الفلسفة	الملاحه	أرشميدس الرياضيات
الفصل ٧ - ١ - ٢	١٤٤٠	علماء ردت اليهم اعتباراتهم	افلاطون	جارسون	أرشميدس أرستارخوس
	١٤٥٠	علماء انزلوا عن عروشهم			بطليموس
	١٤٥٠	عصر النهضة أكاديميات أفلاطون (فلورنسا) نمو التجارة والفنون الحروب الإيطالية	الإنسانيات وعودتها الكلاسيكية	خوارزمي - مدرسة ساجرس - البرتغاليون على سواحل أفريقيا - اكتشاف كوبليس - وصول فاسكو دي جاما	الاغريق عودة رياضيات اتفاقية بيوريك للفلك تقويم مولر البحري
	١٥٤٠	كلية فرنسيس الأول بفرنسا الأصالح لوثر كلفن	اليوتويا (المدينة الفاصلة) معارضة زابليس للقرون الوسطى	ماجلان حول العالم	
الفصل ٧ - ١ - ٢	١٥٥٠	- التضخم المالي مقاومة الإصلاح - الحروب الدينية - التمرد في هولندا - كلية جريشام		خوارزمي مشكلة خطوط الطول	كوبيرنيكوس والمجموعة الشمسية ملاحظات تيخوبراهي
	١٦٠٠	ظهور الرأسمالية حروب الثلاثين عاماً الحروب الأهلية في انكلترا اجتماع العلماء غير الرسمي	بيكون والفلسفة المصلحة ذوات جاسندي فلسفة ديكرت الديناميكية	مفناطيسية جليبرت	افلاك كيلر للكواكب المهندسة التحليلية لديكرت
الفصل ٧ - ١ - ٢	١٦٥٠	الجمعية الملكية لويس الرابع عشر الأكاديمية العلمية	سينوزا ليتر	جبريك والكهرباء بالاحتكاك ↓ الكهرباء	التفاضل والتكامل ليونون الجليدية ↓ الفيزياء الرياضية
	١٦٩٠				

تابع الجدول (٤)

البصريات	للميكانيكا والهيدروليكا	الكيمياء	الطب والبيولوجيا
الموازن	فيلوبونس	لول	أرسطو
	أرسطو		جالين
تطور فن المنظور	تطور التعدين وصناعة المعادن والمضخات	بدء صناعة الكحوليات والبارود والمثبة	ليوناردو دافنسي رسوم النبات والتاريخ الطبي
الرسم العلمي منظور ديورر	الهندسة الأعمال الهيدروليكية ليوناردو دافنسي تطور المدفعية	أحياء باراسيلسوس للكيمياء كتاب الكيمياء (أجريكولا)	الجراحة فاسيليس
اختراع التيليسكوب	بناء السدود في هولندا استاتيكية ستيفن الهيدروليكا		الدورة التنفسية لسر فيليس تطور الزراعة والبستنة
تليسكوب جاليليو وملاحظاته	البندول الديناميكية الدراسة العلمية للمضخات		الدورة الدموية لهارفي الميكروبيولوجيا دراسات ماليبي
نظرية نيوتون للألوان سرعة الضوء لرومر نظرية الأمواج	بارومتر تورتشلي الفراغ قوانين بويل للغازات، الفيزياء العامة لهوك	قوانين بويل الاحتراق	نظرية التنفس جون راي تصنيف النباتات والحيوانات نحميا جررو
الأجهزة البصرية	الآلة البخارية	الكيمياء الأساسية	علوم الحياة

الجزء ٥

---

العلم والصناعة



## مقدمة الجزء ٥

كان القرنان الثامن عشر والتاسع عشر هما العاملين الهامين المشكلين للعالم الحديث وخيل للذين عاصروهما انها يمثلان عصر الحرية وبناء الانسانية / وفيها اكتشف الانسان الطريق الصحيح نحو التقدم والانتصار دون حدود / اما اليوم ونحن في القرن العشرين وبما لنا من تجارب وما حدث من تغير وتبديل يظهر لنا ان هذين القرنين كانا فترة اعداد حدث فيها كثير من الانجازات الهامة / بفضل تضحيات بشرية كبيرة لخلق ثقافة عظيمة ولكنها كانت غير مستقرة .

وأكمل هؤلاء فترة تأسيس العلم كعامل لا يمكن الاستغناء عنه في المدنية الصناعية / اما الطرق العلمية العملية الجديدة التي استحدثت واستخدمت اثناء ثورة القرن السابع عشر فكان لا بد من استمرارها وتحسينها خلال المجهودات الانسانية المستمرة / وفي نفس الوقت كان عليها أن تلازم بل تلتحم مع التحولات الكبرى من وسائل الانتاج والتي نسميها بالثورة الصناعية .

لم تكن الثورة الصناعية وخاصة في مراحلها الأولى نتيجة لتطور العلم ولو أن بعض انجازاته كالآلة البخارية ساهمت بقسط كبير في تقدم الصناعة / يرجع السبب الأكبر في قيام الثورة الصناعية الى نمو وتحول النظام الاقتصادي الرأسمالي من نظام يقوده التجار والصناع الصغار الى نظام يموله الأثرياء وقيام الصناعات الثقيلة /

ولا غرابة في انتعاش التخطيط العقلي للعلم وكذلك التغير التكنيكي للصناعة وسيادة الرأسمالية اقتصادياً وسياسياً في نفس الزمان والمكان / اما العلاقة التي كانت تربط بينهما فسهل ايضاحها حيث ان التكنولوجيا والنظم الاقتصادية والتقدم العلمي كانوا يتقدمون سريعاً ويتطورون في نفس الوقت ، واحياناً كان

يظهر ان واحداً منهم يأخذ مكان الصدارة وأحياناً أخرى يتقدم غيره ليجتاز هذا المكان ، ان مهمتنا في هذا الجزء من الكتاب هي محاولة كشف النقاب عن انجازات العلم في التحول الاقتصادي والتكنيكي وكذلك تتبع الأثر الذي أحدثه هذا التحول على العلم نفسه ، وهذا لا يمكن إضاحه إلا بعد دراسة عميقة لنوع العلاقات الخاصة وسوف نشرح ونناقش النتائج في آخر هذا الباب /

/ ومن الضروري في البداية إعطاء شرح وافٍ للتغيرات الاجتماعية والاقتصادية التي حدثت في هذه الفترة الزمنية لكي نستطيع رؤية ما حدث للعلم في الوضع المناسب الحقيقي /

/ في نهاية القرن السابع عشر كان المسرح مهياً لتطور الحياة الرأسمالية الجديدة وذلك عن طريق الإنتاج / وفي أجزاء صغيرة من أوروبا محصورة في انكلترا وهولندا وشمال فرنسا استطاعت الطبقة المتوسطة الريفية ان تكسر قيود الاقطاع حيث مولت بعض الصناعات التي درت عليها بالربح الوفير لانتشار منتجاتها في أنحاء العالم نتيجة التحسن في طرق الملاحة التي مهدت الطريق لإيجاد أسواق جديدة / كان الإنتاج في ذلك الوقت لا يزال يدوياً ومحلياً ، ولكن التجار وأصحاب رؤوس الأموال بدأوا في تنظيمه شيئاً فشيئاً ومن ثم شعر الحرفيون والفلاحون بالكتابة من جراء انخفاض الأجور /

/ ومع اتساع الأسواق وتحورها من قيود الإنتاج بسبب النقابات المدنية بالإضافة الى ظهور مجالات للاستثمار في مؤسسات تجارية مرمجة كانت هناك مكافآت للابتكارات التكنيكية مثل آلات النسيج وكذلك الاختراعات العلمية الثورية مثل الآلة البخارية التي خفضت من تكاليف الإنتاج وزادت من الأرباح / كان من نتيجة ذلك قيام المؤسسات العمالية وتقسيم العمالة الى تخصصات وإنشاء المصانع وأخيراً ظهور الآلات التي تدار بالقوى البخارية والمائية / من هذا كله انبثقت الحركة الاشتراكية التي قضت على النظم القديمة للإنتاج / ومنذ بدأ هذا النظام في أواخر القرن الثامن عشر امتد الى مجالات أخرى بسبب نجاحه معتمداً اعتماداً كلياً على رأس المال الجديد الذي كونه / وفي منتصف القرن التاسع عشر سادت الرأسمالية العالم بلا منازع / ولكن هذا النجاح لم يستطع ان يضع حداً لامتدادها بحيث أصبح واضحاً عدم استقرارها الأمر الذي لم تستطع التخلص منه / وبطبيعة الرأسمالية وهي الحصول على الأرباح لم تستطع توفير البضائع أو



فرص العمال للغالبية العظمى للعمال الذين أوجدتهم من أجل الحصول على نجاح مستمر / اعقب رواج التجارة هبوط مفاجئ في الأسعار ومنافسة شديدة بين الأسواق المحدودة وولادة الخصومات بين الدول / لم يبدأ تبديل هذا النظام الا في أوائل القرن العشرين وخلال معظم الفترة التي نحن بصدددها كان تطور العلم ملازماً لانتشار الرأسمالية الصناعية التي حاولت استمرار الاستعانة به .

### التقنية والعلم

ولو ان الخطوات الأولى في تغير التقنية في المجالات الاقتصادية قد تمت دون تدخل العلم إلا انه حدث آن استمرار هذا التغير أدى الى ظهور مشكلات غير متوقعة لم يستطع حلها إلا العلم / فمثلاً أدى استخدام صبغة من اصل نباتي في صناعة الملابس وازدياد الطلب عليها الى ندرتها الأمر الذي أدى الى ضرورة انتاج بديل لها صناعياً / ولم يتم ذلك إلا بالعلم / والمثل الآخر هو الانتقال بصناعة الخمر من المنازل الى المصانع الذي صادف كوارث فادحة امكن التغلب عليها بفضل العلم / هذا الدور الثانوي للعلم في تطور الصناعة وخاصة في مجال الطب في أواخر القرن التاسع عشر اصبح دوراً أساسياً / فقد تطورت الأفكار العلمية وظهرت صناعات جديدة وكان أول هذه الأفكار الآلة البخارية « الآلة الفلسفية » التي ظهرت في أوائل القرن الثامن عشر / ويمجد ظهورها واستعمالها وتداولها اصبح انتاجها وتطورها من المسائل الهندسية فقط في اواخر القرن الثامن عشر اصبحت الصناعات من المجالات العلمية مثل الصناعات الكيماوية والكهربائية التي بدأت تثبت اقدمها ولم تتم لها ذلك إلا في القرن التاسع عشر .

وبالرغم من الخدمات التي أدتها الآلة البخارية لا يمكن الزعم بأن العلم لعب دوراً هاماً في التحول من الانتاج اليدوي الى الآلي الذي حدث في الربع الأخير من القرن الثامن عشر / ومن ناحية اخرى فقد اثبت الانتاج الآلي انه القوة الدافعة للمعلومات العلمية الجديدة / بدأ هذا الموقف في التغير في القرن التاسع عشر بحيث اصبح العلم العامل الرئيسي في تطور التقنية أما الاندماج التام للعلم في عملية الانتاج فتم في القرن العشرين .

تنحصر علاقة العلم بأحداث هذه الفترة من الزمان في عمليات الانتاج ، فقد بدأ النظام الاجتماعي الجديد الذي يعتمد على تبادل المال في الظهور والمناذاة بالحرية والعمل الحر بدلاً من القيود وعدم التحرك ومسؤولية المجتمع السائدة في

العصور الوسطى / هذا المجتمع الجديد المحصور بالطبقة والدولة كان في حاجة الى افكار وآراء جديدة ليثبت تفوقه / وقد وجدها بدرجة كبيرة في الطرق والنتائج العلمية الجديدة / ولكن حدث اثناء هذا التحول أن تأثرت هذه النظريات الجديدة بالتقاليد والمعتقدات الاجتماعية السائدة /

### الثورتان الصناعية والعلمية /

وفي أوائل القرن الثامن عشر ليس من الانصاف أن نفصل الثورة الصناعية عن الثورة العلمية للقرن السابع عشر ففي الحقيقة لم يحدث انفصام بينهما ، وبحسن بنا أن نعتبرهما خطوات متتالية لعملية واحدة وهي التحول الكبير ومع ذلك يجيل الي ان هذا التميز هو للسهولة فقط ، ولا شك ان هناك فروقاً ظاهرة بين طبيعة الثورتين / فالتطور في الثورة الصناعية كان اساسه الإدراك اما في الثورة العلمية فاساسه التطبيق / ومن الأشياء المثيرة ان تعتبر العلاقة بينهما هي علاقة العلة والمعلول ولكن العلاقة الحقيقية كما سوف ابينها هي علاقة اكثر تعقيداً ، والى مدى محدود فإن الثورتين سارتا متلازمتان يدفعهما قوى داخلية منفصلة مع انها كثيراً ما تقابلا وخاصة في الفترة التي حدث فيها تطور سريع / وفي نهاية القرن السابع عشر ظهر عامل ثالث هو ظهور الرأسمالية في الصناعة وعلى هذا العامل الجديد يجبلقاء الضوء لمعرفة أسباب التحول من العلوم الرياضية الفلكية للقرن السابع عشر الى العلوم الكيميائية الحرارية الكهربائية للقرن الثامن عشر / أرجو ان توضح طبيعة العلاقة التي ربطت العلم والصناعة والمجتمع وسأذكر امثلة واقعية حدثت في التاريخ وذلك في الفصلين التاليين /

### مراحل وأوجه التطور في الصناعة والعلم /

لكي نتبع ونتلمس هذا التفاعل خلال فترة من الزمان غنية ومعقدة دون ان نفقد الرؤية الى وحدة واستمرارية الأحداث التاريخية ، اجد أن احسن الطرق للوصول الى ذلك هو التقسيم المزدوج لهذه الفترة : التقسيم الزمني والموضوعي مع السماح ببعض التصنيف الخلطي / سوف نجد التصنيفين في البابين الثامن والتاسع يتبعهما النتائج العامة /

والتقسيم الزمني الذي نجده في الباب الثامن هو من الصعوبة بمكان ، حيث ان كمية المعلومات المتاحة لا تسمح إلا لتقسيم هذه الفترة الى فترات صغيرة جداً ودقيقة لصعوبة تقسيمها الى فترات تتفق في نفس الوقت مع التاريخ الاقتصادي

والسياسي والتكنيكي والعلمي / فمثلاً سياسياً ان التقسيم الكبير الواضح هو بين الثورة الفرنسية والحروب النابوليونية وهذا لم يمنع استمرار الثورتين بل بالعكس حدث ارتفاع من قيمة النشاط العلمي / ومن ناحية اخرى كانت الفترة بين عام ١٧٦٠ ، ١٧٧٠ نقطة تحول في التاريخ العلمي والتكنيكي / ولكنها لم تكن ملموسة من الناحية السياسية / وفي بعض الأحيان تطابق التقسيمان كما حدث ذلك في عام ١٨٣١ عندما التقى كل من الاصلاح في السياسة والعلم مصادفة حيث دعا الى ذلك نفس الرجال وساندتها نفس الحركات الشعبية /

/ اما رغبتى النهائية هي تقسيم هذه الفترة الى اربع مراحل / المرحلة الأولى (٨ - ١) هي المرحلة الانتقالية أو الكامنة التي أدت الى الثورة الصناعية (١٦٩٠ - ١٧٦٠) / المرحلة الثانية (٨ - ٢ - ٤ - ٨) وتشمل الثورة الفرنسية كلها (١٧٦٠ - ١٨٣٠) وكانت مرحلة ثورية تكنيكية علمية بقدر ما كانت سياسية وتشمل التطورات الرئيسية في الثورة الصناعية وكذلك الثورة الكيميائية والهواء المضغوط وهي تلي في الأهمية الثورة الميكانيكية الرياضية في القرن السابع عشر /

/ اما المرحلة الثالثة (٨ - ٥ - ٨ - ٦) فحدثت في منتصف القرن التاسع عشر (١٨٣٠ - ١٨٧٠) وسميت بفترة ازدهار الرأسمالية / واخيراً المرحلة الرابعة (٨ - ٧ - ٨ - ٨) وهي مرحلة قصيرة جداً (١٨٧٠ - ١٨٩٥) وتتميز في العالم الخارجي بظهور الامبراطوريات الحديثة والفترة الانتقالية في العلوم قبل الثورة العلمية الكبرى للقرن العشرين /

/ تشمل المرحلتان الثانية والثالثة حدثين بارزين في تطور وانتصار العلم ، اما المرحلة الأولى فجاءت بعد العصر البطولي للقرن السابع عشر وهي خلفية علمية وفترة اعداد للتطور الذي جاء بعد ذلك ، وبطريقة مختلفة كانت المرحلة الرابعة ولو ان في كلتا المرحلتين شعر العاملون فيها أنهم جميعاً انما يكملون اقامة بناء شامخ / كان هذا البناء الشامخ في المرحلة الأولى هو فيزياء نيوتون أما في المرحلة الثانية فكانت الأعمال الفيزيائية العظيمة لفرداي وماكسويل والأعمال البيولوجية العظيمة لدارون وباستير /

/ بالرغم من هذا التقسيم الزمني فإن العرض العام للعلم في تاريخه كما قدمنا في الفصول السابقة لا يكفي لاعطاء صورة صحيحة لأنظمتة الحالية المتزايدة والمتفرقة ، ولهذا السبب سنحاول في الفصول القادمة تتبع التطور في خمسة مجالات

حدث فيها التطور التكنيكي والعلمي خلال القرنين الثامن والتاسع عشر / هذه المجالات هي الحرارة والطاقة ( ٩ - ١ ) متضمناً تاريخ الآلة البخارية ( ٩-٢ ) والهندسة والتعدين ويوجه خاص الحديد والصلب ( ٩-٣ ) ، ثم الكهرباء والمغناطيسية ( ٩-٤ ) ، والكيمياء وأخيراً البيولوجيا ( ٩-٥ ) / الهدف من كل قسم من هذه الأقسام هو إظهار التحام واستمرارية الأنشطة التقليدية لبيان مدى تفاعل العوامل الاقتصادية والتكنيكية والعلمية والعلاقات التي تربطهم بمختلف العلوم / وبعد اتمام كل من التقسيم الزمني والموضوعي سنحاول الجمع بين الطريقتين لاستخلاص النتائج العامة حول مركز وتأثير العلم في تلك الفترة الهامة للتحول الاجتماعي والعلمي /

## الفصل ٨

### ما قبل الثورة الصناعية ونتائجها

#### ٨ - ١ الفترة الأولى للقرن الثامن عشر (١٦٩٠ - ١٧٦٠)

كاد الحافظ الذي خلق العلم في عصر النهضة ودفعه خلال منتصف القرن السابع عشر يجبو ويموت في نهايته ، وبعد سنوات قليلة من ظهور كتاب نيوتون « المبادئ » Principia عام ١٦٨٧ وربما قبل كتابته كان هناك تلكؤ ظاهر في المجهودات العلمية وضعف / الرغبة في حب الاستطلاع / كان هذا الميل في طريق تطور العلوم ظاهرة عامة ليس فقط في انكلترا - ولو ان ذلك كان طبعياً - حيث كان العلم قد تقدم تقدماً ملموساً في انكلترا في بدء تأسيس الجمعية الملكية ولذلك كانت هذه الظاهرة اوضح ما يمكن هناك / يمكن ارجاع هذه الوقفة الى اسباب داخلية في الأوساط العلمية / ان هيبة واحترام العلم في شخص نيوتون حولت العلم الى طريق مسدود لسنوات عديدة بسبب مثالية وتكامل اعمال نيوتون والبعد الشاسع الذي كان يفصله عن اقرانه / ويعزى هذا الركود في تقدم العلوم الى حد كبير في انكلترا والى حد صغير في البلاد الأخرى الى اسباب اجتماعية واقتصادية . كانت الطبقة التي ساندت النهضة العلمية في القرن السابع عشر هي طبقة التجار المثقفين والذين كانوا مهتمين باستخدام طرق جديدة يستنبطها العلم في مجالات الملاحاة والتجارة والصناعة / جاء بعد هذه الطبقة جيل جديد اكثر ثراء وأقل رغبة في الكسب واكثر تواكلاً / وجد هذا الجيل الارستقراطي ان اضمن استثمار لأموالهم هو شراء الأرض اما المخرج لرغبتهم التأملية فهي المراهانات ١٦٤٤ / اما الطبقة التي جاءت لتخلف هذا الجيل فهي طبقة الصناع الناهضة التي قامت بالثورة الصناعية فيما بعد / ولم تكن هذه الطبقة في ذلك الوقت تدرك امكانيات العلم ولا العلم نفسه وكان كل همهم في أوائل القرن الثامن عشر تحسين الوسائل وابتعاد طرق

متطورة تكنولوجية للصناعة التي كانت لا تزال طرقاً يدوية تمتد لفترة ما مع ازدياد الطلب على الملابس والأدوات المصنعة /



شكل (١٤٨)

سبب وقف المراهنات كثيراً من المتاعب والتعليقات مما دعا وليام هوجارت **William Hogarth** لعمل هذه الصورة التهامية .

انعكست هذه التغيرات على وقار العلم ومركز الجمعية الملكية ، حتى الحافظ على خدمة التجارة قد خبا ومرت الجمعية نفسها بأيام عصيبة ، وعندما زار كونراد فون اوفنباخ **Conrad Von Uffenbach** الجمعية الملكية بكلية جريشام عام ١٧١٠ كتب عن اجهزتها العلمية وقال **لا** ليس فقط غير مرتبة ولكن كان يكسوها التراب والفحم والدخان / وكان الكثير منها غير سليم ومهشم « ثم يسترد فيقول **لا** اذا سأل الزائر عن شيء يجيب المسؤول الذي يرشده بأن نصائباً قد سرقها أو يقول له سوف اريك جزءاً منها أو اجزاء مهشمة / وهكذا كانت عنايتهم بهذه الأجهزة « ١٥٠٥ ر

كانت الجمعية في أزمة مالية شديدة بسبب عدم سداد الاشتراكات التي كان يدفعها الأعضاء ١٩-٤

ولوان العلم قد أصابه بعض الوهن إلا ان التقدم التكنيكي لم يتوقف ، وإذا كان التقدم في أوائل القرن الثامن عشر ظهر بطيئاً فذلك بسبب مقارنته بالتقدم السريع الذي تم في فترات قصيرة بسبب الثورة الصناعية ، تعتبر بعض خطوات هذا التقدم التي حدثت في انكلترا في أوائل هذا القرن من الأهمية بمكان في مستقبل كل من الصناعة والعلم

كانت إحدى هذه الخطوات هي التطور السريع في وسائل الزراعة التي استخلصت من تلك التي كان يستخدمها الهولنديون في القرن السابع عشر والتي انتشرت بسرعة في انكلترا ، زادت هذه الوسائل الجديدة من أرباح المزارع التجارية وقد ساعد على ذلك توافر رؤوس الأموال وخاصة تلك الممولة من



شكل ( ١٤٩ )

ان الانتقال الى النظام الاقتصادي الذي يعتمد على استخدام الفحم قلب الميزان بين شمال وجنوب انكلترا ، والذي ساعد على ذلك استخدام الآلة البخارية / هذه الصورة لعامل منجم من يوركشير مأخوذة من مجموعة لجورج ووكر George Walker طبعت عام ١٨٨٥ في ليدز .

/ التجار ورغبتهم استثمارها في شراء الأراضي كما ساعد أيضاً اتساع المدن السريع وخاصة في لندن التي هيأت أسواقاً ثابتة للقمح والخضروات واللحوم ، وفي الحقيقة كانت هذه الأسواق غير عادلة ولا رحيمة بالنسبة للفلاحين الفقراء الذين كانوا لا يزالون يستخدمون الطرق القديمة للزراعة ولا يستطيعون المنافسة ٥٧-٥٨ /

/ اما الخطوة الهامة الثانية فكانت سرعة انتشار الصناعات الثقيلة الجديدة التي تعتمد في ادارتها على الفحم مع التحسن في طرق العمل في المناجم والمواصلات وكذلك استعمال طرق جديدة لصناعة الحديد والصلب / وهنا تجدر الإشارة الى الآلة البخارية كتطور علمي وعامل أساسي في هذه الخطوة الثانية ، وقد استخدمت في نزع المناجم / لا تقل أهمية الآلة البخارية عن استعمال الحديد مع الفحم الحجري بدلاً من الخشب وهي الطريقة القديمة / هذه الطريقة الجديدة استخدمت بنجاح بواسطة كويكر أبراهام داربي Quaker Abraham Darby عام ١٧٠٩ / كانت هذه الطرق الجديدة محدودة ومحصورة في المناجم الصغيرة ولم تصل الى مستوى الثورة الصناعية ولو انها مهدت اليها / تشير هذه المرحلة الى نقطة تحول من النظام القديم الذي كان يعتمد على اقتصاديات العصور القديمة الى نظام جديد يعتمد في اقتصادياته على مناجم الفحم ، تحول من اقتصاديات الغذاء الى اقتصاديات القوى وكما وصفها باتريك جديس Patrick Geddes انه تحول من العصر التكنيكي الأول الى العصر التكنيكي القديم ١٩-٤٠ وهذا حقيقي وينطبق فقط على التحول الذي حدث في الطرق التكنيكية حول مناجم الفحم ، اما التغيرات الجذرية فحدثت في انكلترا ، ولو ان البلاد التي كانت تنتج الحديد حدث فيها تطور في الآلات مستقلاً عن البلاد الأخرى كما حدث في طواحين بولهامر Polhammer ( ١٦٦١ - ١٧٥١ ) في السويد ٥٩-٩٢ ، ١٢-٦٠ ، ٣٥ واستخدام الآلة البخارية في صناعة الحديد بواسطة بوليزنوف Polzunov ( ١٧٥٨ ) في الأورال ٥-٣٧ /

/ لم يكن التحول الى الاقتصاد المبني على استخدام الفحم هو السبب في قلب الموازين بين شمال وجنوب انكلترا بل كان عاملاً رئيسياً في سرعة تألق نجم اسكتلندا كقوة صناعية مثقفة ٥٠-٤٠ / بالرغم من ان اسكتلندا كانت متمسكة بتقليدها القديمة وبالرغم من حركات كالفن في القرن السادس عشر لم تسير حركات التطور في القرن السابع عشر ، حيث انها كانت تفتقد عناصر قيام الثورة الصناعية / تغير الوضع بمجرد ظهور الفحم كقوة دافعة / ساعد الفقر المدقع مع الأمية الشائعة في اسكتلندا وكذلك مبادئ البيوريتان على تقبل خطوات التطور



دون رجعة الى الماضي كما حدث في انكلترا باللامبالاة والجهل السائدين /



شكل ( ١٥٠ )

كانت العلوم الكهربائية هي وسائل التسلية في القصور الملكية الفرنسية / هذه الصورة من كتاب « بحوث في المظاهر الكهربائية الخاصة » لمؤلفه Abbé Nollet ( ١٧٧٠ - ١٧٧٠ ) ظهر عام ١٧٥٣ / في الجانب الأيمن من الأسفل آلة كهربائية والخطوط المنقطعة تشير الى شحنات كهربائية اما السلسلة فهي لتوصيل هذه الشحنات ذات التيار العالي الى الأشياء المعلقة بخيط من الحرير /

ومن خلال مبادئ كلفن حدث اتصال ثقافي بين اسكتلندا وهولندا وخاصة جامعة ليدن Leyden التي أمدتها بالرجال المدربين وخاصة في الطب والكيمياء / كان لأعمال بورهاف Boerhaave ( ١٦٦٨ - ١٧٣٨ ) وهو تابع فان هلمونت Van Helmont استاذ معظم الكيماويين في اوربا الأثر الأكبر في اسكتلندا حيث اخذ تلاميذه مقاليد القيادة في ادخال العلوم في جامعاتها / كانت جامعات اسكتلندا في القرن الثامن عشر تختلف عن جامعات انكلترا حيث كانت مراكز اشعاع للتقدم العلمي وكان شعارها التحام النظرية بالتجربة ١٦٦٥ /

العلم هو السائد في فرنسا: الفلاسفة

بينما كانت اسكتلندا وانكلترا تقتربان بسرعة من الثورة الصناعية كانت فرنسا لا تزال متمسكة بالوسائل الصناعية القديمة / ولكن كان هناك نمو مستمر في الصناعات اليدوية الدقيقة مع التخصص في نوع العمل مع الزيادة في الانتاج اكثر من انكلترا / ولكن بالرغم من ذلك لم تكن هناك خطوات لاستعمال الآلات التي تنتج الكميات الكبيرة إلا في بعض المجالات مثل محطات تزويد المدينة بالماء /

كانت هذه الفترة من التاريخ في فرنسا فترة صعود مفاجيء في النشاطات العلمية ولو ان ذلك الصعود اختلف اختلافاً جوهرياً عنه في انكلترا / حيث كان اساساً تعبيراً عن الاهتمامات والميول لأفراد الطبقة الأرستقراطية / وليس كما كان في انكلترا حيث كانوا مرتبطين بالطبقة الحاكمة ومحصورين في القصور الملكية / ومن ناحية أخرى كان تعبيراً آخر عن عدم الرضى بشؤون الطبقة المتوسطة الصناعية التي كان يتزعمها في فرنسا الاداريون والمهنيون / كان العلم هو الموضة والثورة في نفس الوقت / ومن المصادفات ان يكون الرجل الذي ادخل فلسفة نيوتون في فرنسا هو فولتير Voltaire ( ١٦٩٤ - ١٧٧٨ ) نفسه ٧٧٠ /

كان مجهود هواة العلم والفلاسفة الطبيعيين منصباً على نقد المؤسسات الموجودة والتي كان كل منهما عرقلة النمو السياسي والاقتصادي للدولة / كانت هناك رغبة متزايدة في نمو الصناعة ولكنها كانت تختلف عنها في انكلترا فقد كانت امتداداً للنمط الذي كانت عليه في القرن السابع عشر . / فمثلاً ريو مير Reaumur ( ١٦٨٣ - ١٧٥٧ ) كانت له آراء ذكية ورغبات عديدة فقد اجري عدة تجارب على صناعة الصلب في الفترة ما بين عام ١٧١٠ - ١٧٢٠ ، ولكن لعدم وجود تجاوب من المسؤولين في صناعة الصلب لم تؤد اكتشافاته الى قيام صناعة

كبيرة للصلب في فرنسا ولم تكن انكلترا ثمار هذه الاكتشافات إلا بعد مرور  
مائة عام.

### انتشار العلم في أوروبا - بروسيا - السويد - روسيا

انتشرت في هذه الفترة الرغبة في اقتناء العلم في البلاد الأوروبية الأخرى غير  
فرنسا وإنكلترا وهولندا التي احتكرته خلال القرن السابع عشر، تأسست  
أكاديميات علمية على غرار الأكاديميات الانكليزية والفرنسية في ألمانيا والنمسا نتيجة  
مجهودات لـ *Leibniz* الفيلسوف العالمي ورعاية ملك بروسيا فردريك الأكبر الملك  
العالم والشاعر وفي منتصف هذا القرن أصبح لكل قصر ملكي أكاديمية للعلوم  
والفنون حيث كان يعيش العلماء يتنافسون لارضاء الأمراء بتنظيم القصائد التي  
تسبح بحمدهم والشناء عليهم أو بعمل بعض التجارب لتسليتهم (٩١).

أكدت دول شمال أوروبا مثل السويد وروسيا أهميتها الحرية والاقتصادية  
بإنشاء الأكاديميات العلمية وكانت مهمة هذه الأكاديميات تختلف عن مهمتها في  
الدول الأوروبية الأخرى فكانت اهتماماتها بالدراسات العلمية للموارد الطبيعية  
كالخشب والقار والكتان وكذلك الحديد والمعادن الأخرى اللازمة لحركة الملاحة  
التي بدأت في الانتشار لاكتشاف موارد جديدة.

ادخل بطرس الأكبر العلم في روسيا كأداة لاستقلال روسيا من الناحيتين  
الاقتصادية والعسكرية ١٣٥٠ / وكان عليه في بادئ الأمر الاستعانة بالعلماء  
الأجانب الألمان والفرنسيين / وانضم اليهم العالم الرياضي السويدي الذائع  
الصيت في ذلك الوقت أولر Euler (١٧٠٧ - ١٧٨٣) لكي ينشئ هيئة وطنية  
علمية حقيقية / لم يكتب النجاح لهذه الهيئة إلا بعد حكمه وفي حياة عملاق القرن  
الثامن عشر ميشيل لومونسوف Michael Lomonsov (١٧١١ - ١٧٦٥) هذا  
الشاعر وعالم الفيزياء التكنيكي وهو أول مجموعة العلماء الروس العظام (ص  
٦٢٠ ٨٥٠ ١٠٣).

### اقرار العلم - تأثير نيوتون

لا غرابة ان تكون خطوات تطور العلم خلال القرن الثامن عشر وتحت هذه  
التغيرات الاجتماعية والثقافية مختلفة تماماً عن خطواته خلال القرن السابع عشر ،  
ففي هذا القرن الذي ساد حكم الشعب لم يكن التركيز على المنفعة شديداً - ولو ان

ذلك كان دائماً موجوداً كما تبين ذلك بحوث ريويمير Reaumur وهال Hale ،  
وقد ظهر ذلك بوضوح اكثر من أي وقت مضى في أواخر هذا القرن ، وفي  
اول الأمر ظهرت أهمية العلم كأداة للتسلية والترفيه والاستزادة من المعلومات  
وانتهت معاركه مع الكنيسة بحيث أصبحت الكنيسة البروتستانتية  
والكاثوليكية اكثر تسامحاً وغير مكثرئين به بمضي الزمن ، وبذلك أصبح  
العلم مؤسسة تمتلك تقاليداً ومقومات داخلية .

و شكراً لنيوتون لتثبيت اقدم علم الفلك الرياضي كأول فرع للعلم بخطو  
بخطوات سريعة بنجاح كبير في فرنسا عنه في انكلترا حيث كانت الحرية الفردية  
مقيدة ومشلولة ، وفي الحقيقة لم تتم أي اضافات الى نظرية نيوتون من الناحية  
الفيزيائية الا تعميم الأسس الميكانيكية وضمها الى الرياضيات الحديثة لليبنز  
Leibniz الذي اثبت ان بذلك يمكن حل كثير من المشاكل التي نشأت في فروع  
الفيزياء وخاصة الدراسات المتعلقة بالكهرباء والحرارة . كانت هذه النتائج  
الميكانيكية التي استنبطها العلماء أولر Euler والمبرت d'Alembert ومويرنيس  
Maupertius ولاجرانج Lagrange ولاپلاس Laplace هي الأسس التي قامت  
عليها ثورة الفيزياء في القرن العشرين .

#### الاهتمامات الجديدة - الكهرباء والنبات

ولو ان هذه الدراسات اكدت احترام وتقدير العلم إلا ان التقدم الهام لم يكن  
في تعميق البحث ولكن في التوسع في مجالاته ، كانت أهم انجازات العلم في اوائل  
ومنتصف القرن الثامن عشر في مجال الكهرباء وعلم النبات ، والأول اضافة جديدة  
للعلم / اما الثاني فإضافة وتشكيل جديد لأقدم العلوم الانسانية / وكلا العلمين  
ابتدعا عن الانحناء الرياضية والميكانيكية التي كانت شائعة في القرن السابع عشر  
وانجها نحو مجالات كثيرة التنوع واقل عنفاً /

بدأت دراسة الكهرباء كموضوع للتسلية في اوقات الفراغ بعمل تجارب  
مدهشة / كان فرنكلن هو الذي اخترع موصل الصواعق لوقاية المباني من  
اخطارها ، وفي الواقع هو الذي جذب الكهرباء نحو الأرض ، وتنبأ ، بمستقبلها  
الهام ، اما علم النبات فقد تحرر خلال القرن الثامن عشر من قيد العشائين الذين  
كانوا يجمعون الأعشاب وهي مصدر الدواء عند الأطباء / وبفضل لينيس والهامة  
ورحلاته المتعددة انتشر علم النبات في كل مكان وعزز اتجاهات الطبقة

## الارستقراطية والطبقة البرجوازية نحو الطبيعة /

/ ومع الاهتمام بالنباتات جاء الاهتمام بالمجموعات الأخرى من العملات والحفريات / والمعادن لتزين خزانات النبلاء وبعد ذلك المتاحف / ومن املاء المتاحف تكونت مجموعة جديدة من العلماء تجمع الأغنياء مثل السير هانز سلون Sir Hans Sloane (١٦٦٠ - ١٧٥٣) وكانت مجموعته العظيمة نواة المتحف البريطاني / والفقراء مثل راسب Raspe (١٧٣٧ - ١٧٩٤) مؤلف قصص البارون مونشوزن Baron Munchausen's Tales ٢٦٥ /

## النظام الجديد في الفلسفة /

تميز أول القرن الثامن عشر بالتأمل واستيعاب المنجزات العديدة التي تمت في القرن السابع عشر / كان على فلاسفة هذا القرن اثبات ان البديل لصورة الكون المستقاة من المعتقدات الدينية الكلاسيكية هو منجزات الملهمين ببيكون وديكارث والتي تنادي بانتصار العلم الجديد / اما فلاسفة القرن الثامن عشر فأخذوا الصورة العلمية للكون التي وضعها نيوتون دون جدل ، ولا مناقشة ، وكانت مهمتهم نشرها والتوفيق بين نتائجها ، واكثر من ذلك التوفيق بين الاتجاهات العقلية والنظم السياسية والاقتصادية الجديدة والتي بدأت في الظهور في ذلك الوقت /

/ وفي أول الأمر كانوا ينادون بموافقتهم للوضع الجديد ، فلوكا Lucke نفسه كان طبيباً وعالمًا ولم يشغل نفسه إلا قليلاً بالظواهر الخارقة للطبيعة مستحسنًا حكم القانون - قانون نيوتن العلمي والقانون المدني الذي وضعه دستور الثورة عام ١٦٨٨ / كان ليبنز مع كل عطائه الرياضي والفلسفي ودعوته للسلام الأوروبي مفكراً كمفكري القرون الوسطى فهو الذي اقترح مذهب « الحياة قبل الوجود » «Pre existing order» ويختلف هذا المذهب اختلافاً بسيطاً عن العناية الإلهية لرجال الدين وكان يبشر بالحقيقة التي تقول / ان كل شيء موجود على احسن ما يكون « ٨٦٥ . /

/ ومع ذلك لم يدم حال العالم على ما هو عليه فقد شعر الفلاسفة ان هناك خطأ في هذه الحياة المتواكلة / اما الرجل المثالي الايرلندي بركلي Berkeley فقد انكر حقيقة الحياة وكذلك العلم إلا من عين الخالق / لم يحدث هذا الرأي تأثيراً كبيراً في ذلك الوقت ولكن كان مركز تفاعل في القرن العشرين / استطاع هيوم Hume وهو احد الذين كانوا يعتنقون مذهب الشك ( في الفلسفة ) ان يثبت اننا لا نستطيع



شكل (١٥١)

ادى اكتشاف بنجامين فرنكلن Benjamin Franklin لموصل الصواعق الى اختراعات عديدة، فقد  
 اخترع جاك باربيدويرج Jacques Barbeudubourg عضو الاكاديمية الفرنسية مانعاً للصواعق يعمل  
 على هيئة مظلة - من كتاب عجائب العلم مؤلفه لويس فيجير Louis Figuier

معرفه أي شيء بالتأكيد وخاصة الأمور المتعلقة بالدين ، أما فولتير Voltaire  
الساخر فذهب الى ابعاد من ذلك فهاجم الكنيسة نفسها باسم السبب والخير /  
وبانتهاء هذا القرن اتجه الفلاسفة نحو الشؤون الاجتماعية والاقتصادية شيئاً  
فشيئاً ممهدين الطريق للثورة الفرنسية /

## ٨ - ٢ العلم والثورات ١٧٦٠ - ١٨٣٠

تشغل المرحلة الثانية من فترتنا الزمنية هذه سبعين عاماً حاسمة في تاريخ  
العلم كما كانت في السياسة ، وتشبه هذه المرحلة في اهميتها العلمية القرن السابع  
عشر إلا انها تفوقه في تأثيراتها ونتائجها المباشرة والعملية / فتشمل الثورة الصناعية  
في انكلترا والثورة السياسية في فرنسا وامريكا / تقسم هذه الثورات هذه المرحلة الى  
جزئين مع استمرار تطور العلم والتكنولوجيا خلال سنواتها السبعين / عاصر  
الجزء الأول ( ١٧٦٠ - ١٨٠٠ ) كل هذه الأحداث بالإضافة الى ثورة الهواء  
المضغوط واكتشاف التيار الكهربائي اللذين باتحادهما وضعاً اساس الكيمياء  
الحديثة / اما الجزء الثاني ١٨٠٠ - ١٨٣٠ ولوان هذه الفترة كانت أقل انتاجاً من  
الفترة الأولى من الناحيتين العلمية والسياسية إلا انها بقيت قوية ، انتشر فيها العلم  
في كل مجالات النشاطات الانسانية /

ان العلاقات التي تمت بين كل هذه التغيرات الاجتماعية لم تكن وليدة  
الصدفة ، ففي الحقيقة ان النظرة الفاحصة لهذه التغيرات تبين التشابك الدقيق  
بين العلم والتكنولوجيا والاقتصاد والسياسة في نظام واحد هو التغير في الثقافة /  
هذه الفترة الزمنية هي فترة حرجية في تطور الانسانية حيث كانت هي الفترة التي  
تم للانسان فيها السيادة على الطبيعة عندما حلت الآلة البخارية محل سواعد  
الانسان وقوى الرياح وللاء مكان القوى الضعيفة للانسان / اما التحولات  
الجلدية التي حدثت خلال القرنين السادس والسابع عشر والتي ثبتت اقدامها في  
القرن الثامن عشر هما مولد العلم التجريبي الكمي وطريقة الانتاج الرأسمالي /  
عندما ظهرا في أول الأمر استمرتا منفصلين ١٠١-٤ وكانت أكثر التطبيقات العملية  
للعلم في مجال الملاحة وهو العامل الرئيسي لنمو التجارة ، اما علاقة العلم  
بالانتاج فكانت غير مباشرة / ساهم علماء القرن السابع عشر بقسط بسيط في  
الحياة العملية وتطبيقات العلم فقد كانوا متجمعين في جمعياتهم واكاديمياتهم  
العلمية ، وكانت مهمتهم تحسين طرق الصناعة والزراعة فقط وعلى عكس  
ذلك جاء علماء القرن الثامن عشر وتعاونوا مع انفسهم ومع الأثرياء ، كان

من نتيجة اتحادهم وتعاونهم هذا التحول العظيم في تاريخ البشرية .

ولو ان هناك العديد من التفسيرات والتحليلات للتغيرات السياسية والاقتصادية والتكنيكية والعلمية التي تمت خلال القرن الثامن عشر إلا ان هذه البحوث بقيت متفرقة وفي حاجة الى تجميعها واعادة كتابتها ، ومن المستحيل خوضها هنا لضيق المكان ، واحسن ما يمكن عمله هو محاولة وضع الانجازات العلمية في محلها بالنسبة الى التغيرات الاقتصادية والسياسية في المجتمع المعاصر والبحث في مدى تأثيرها بالعلم وتأثير العلم نفسه بها .

### الثورة الصناعية

الثورة الصناعية هو الاسم الذي وضعه لأول مرة انجلز Engels منذ عام ١٨٤٤ ، ولو ان توينبي Toynbee كرسه بعد ذلك ، ولا يوجد افضل من لفظ الثورة يمكن وضعه لوصف هذا التغير العظيم في الانتاج في مجالات الصناعة عندما بدأت ، فالمنتجات القطنية زادت خمس مرات بين عام ١٧٦٦- ١٧٨٧ (\*) (١٠) ١٩٠٥ / وكان تأثير ذلك على التجارة والزراعة والحياة بوجه عام مؤكداً وسريعاً ، وأينما مس هذا التأثير قطراً جديداً كانت هناك حركات ضد وسائل الانتاج القديمة .

كانت الثورة الصناعية محدودة ومحصورة في مكان نشأتها حيث تمت أهم تطوراتها في وسط وشمال انكلترا وخاصة في المناطق القريبة من برمنجهام ومانشستر وليدز ونيوكاسل وجلاسجو . ولو ان الحدث نفسه كانت له كل مظاهر الانفجار نتيجة تكاتف الأسباب التي حددت الزمان والمكان لحدثه ، فقد بقي الفصل الأخير في الزيادة الهائلة في الانتاج التي فاقت الانتاج في السبعين سنة السابقة أو أكثر ، ومن الناحية الاقتصادية يمكن القول بأن ذلك كان نتيجة الزيادة المستمرة في استهلاك المنتجات وخاصة المنسوجات وهي نتيجة مباشرة لامتداد الملاحه وانتشار حركة الاستعمار في القرن السابع عشر .

### الفحم والحديد

حالف تكاتف الظروف الاقتصادية والسياسية التي أدت الى التغير الجذري في الانتاج انكلترا وليس فرنسا وذلك لأسباب منها ان في انكلترا استطاعت الصناعة التطور بحرية لتجيب كل الطلبات حيث كانت المجتمعات الانقطاعية



والملكية قد قضي عليها بعد قيام الثورات في القرن السابع عشر / اما السبب الآخر في تفوق انكلترا على فرنسا في قيام الثورة الصناعية هو نقص انتاج الحطب وهو الوقود الأساسي بل العنصر الضروري في كل المدينيات القديمة / كان هذا هو السبب في ضرورة استخدام الفحم كوقود ولو انه اقل كفاءة من الحطب إلا انه كان أرخص ثمناً ، ثم جاء بعد ذلك استخدام الحديد الزهر الغالي الثمن ولكنه المادة الأفضل في الصناعات ، وقد زاد انتاجه زيادة كبيرة وسريعة في أواخر القرن الثامن عشر كما تطورت الآلات ووسائل الثقيب وصناعة المعادن / شكراً للانجازات العلمية وخاصة تلك التي انجزها رجال امثال روبيك Roebuck وبلاك Black وسميتون Smeaton ووات Watt وكذلك التطور في طرق المواصلات وخاصة القنوات المائية .

### ميكنة صناعة المنسوجات

لم تولد الثورة الصناعية نتيجة للتطور في الصناعات الثقيلة ولا في المواصلات إنما ولدت ولم تكن تستطيع ذلك إلا نتيجة تطور الصناعة الرئيسية للدولة ، وكل الدول في ذلك الوقت وهي صناعة المنسوجات / وبازدياد الطلب داخلياً وخارجياً على الملابس لم تستطع الصناعة التي كان يمتلكها التجار القدامى والتقايبون ان تتسع بالسرعة المطلوبة وظلت محصورة في جنوب انكلترا ، وأدى انخفاض الأجور وحرية التعامل والتخلص من القيود الموضوعة الى انتقالها الى شمال انكلترا / فبدأت أولاً في يوركشير ٣١-٣١ ، ثم لانكشير حيث وجدت مزايا جديدة مثل مساقط المياه واستخدامها في بعض العمليات مثل تبييض الأقمشة وكذلك الفحم في عمليات الغسيل والصباغة ... بمجيء عام ١٧٥٠ بدأت الصناعة في التعامل مع الياف جديدة وهي القطن وكانت المصنوعات القطنية تستورد من الهند / ولما توقف استيرادها بناء على اقتراح الغزالين زاد الطلب عليها مما أدى الى صناعته محلياً وزراعة القطن في المزارع الأمريكية المكتشفة حديثاً / اقتدت صناعة الملابس القطنية استعمال وسائل تكيكية مختلفة عن التي كانت تستخدم في تجهيز الملابس الصوفية / وبدأت الصناعات القطنية في الأحياء الفقيرة في لانكشير حيث كانت الطبيعة مهية لقيام هذه الصناعة لرطوبة جوها ، وهناك زاد الطلب على غزل القطن بحيث لم تستطع آلات النسيج اليدوية القديمة الوفاء بجميع الطلبات / كانت هناك مجالات لاستعمال الآلات في عمليات النسيج في بعض الأماكن المنعزلة كمصنع الجوارب ومصنع الحرير ، ولم تستطع

هذه الصناعات الانتشار حيث كانت منتجاتها محدودة وتعرض في أسواق خاصة ، أما في الصناعات القطنية فكان استبدال المغازل اليدوية بالآلية أمراً ضرورياً وأدى زيادة انتاج الآلات الى انتشارها والى زيادة الطاقة المتدفقة من المصانع ، وفي عام ١٧٨٥ اتخذت الخطوة الأخيرة عندما استخدمت الآلة البخارية التي اخترعها وات Watt .



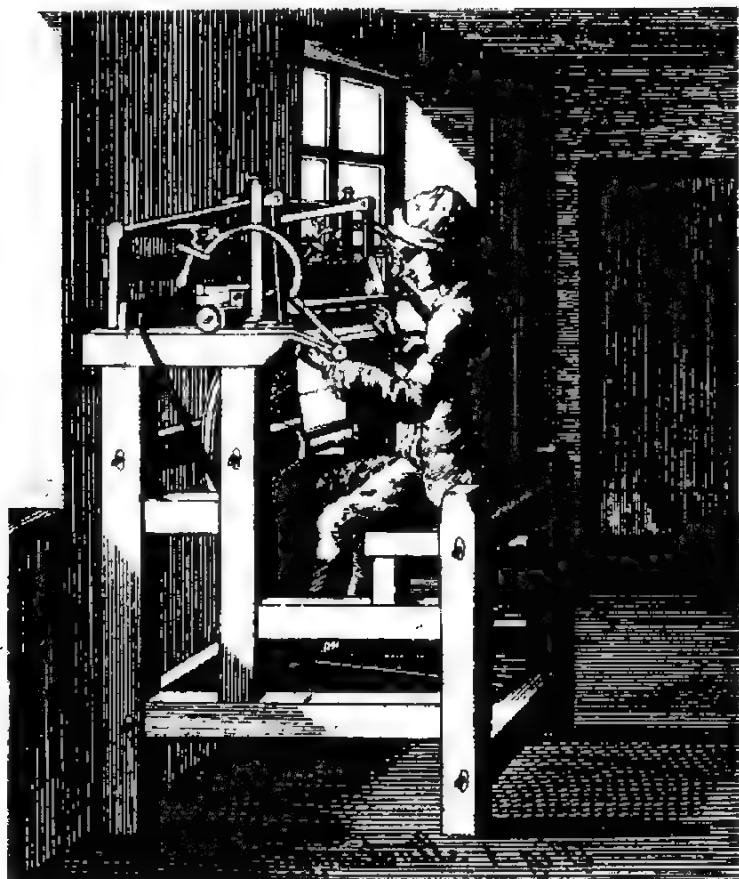
شكل (١٥٧)

القاعة الكبرى في مصنع الكتان في ليدز عام ١٧٧٠ تين الآلات التي تدار بالسيور . من كتاب «الصناعات الكبرى في بريطانيا» .

### الرأسمال الصناعي

كانت الثورة في صناعة المنسوجات التي امتدت وتطورت باستخدام الأنوال الآلية لكارترايت Cartwright وشملت صناعة الصوف والكتان والقطن

ثورة تكنولوجية فقط . لم يكتمل لهذه الثورة النجاح إلا بفضل التغير في الأحوال الاجتماعية والاقتصادية في القرن الثامن عشر والتي مهدت الى التغير الأكبر في



شكل (١٥٣)

عامل جالس أمام آلة لصنع الجوارب من « القاموس الكامل للفنون والعلوم » تأليف هنري  
Temple Henry وتوماس وليام Thomas Williams وصمويل كلارك Samuel Clark  
لندن عام ١٧٦٤ .

القرن العشرين / كان لا بد للثورة من أن تبدأ باندماج رأس المال والعمالة ، لأن كلاهما في ذلك الوقت بدأ في الظهور والاستقرار / بدأت رؤوس الأموال تتكون من ارباح التجار في القرن السالف والتي بدأت تنزع موارد البلاد المكتشفة حديثاً من المناجم ومزارع والتي كانت تدار بسواعد العبيد أو الأسلاب التي كانت تجلب من الهند ١١٩٠-١١٩٠ / اما العمالة فبدأت في التحرر خلال تجمع العمال وانتهاء نفوذ النقابات بقيودها التي كانت سائدة في القرون الوسطى حيث كان العمال يعملون ساعات أكثر باجور أقل / وفي أول الأمر لم يتم إلا القليل من ذلك حيث كان الدافع الى استخدام الآلات هو التقليل من عناء العمال وخاصة تلك الأعمال التي كانت تدار بالعمال غير المهرة وخاصة النساء والأطفال ٥٦٠ / حدث بعد ذلك نتيجة جلب العمال الفقراء من ايرلندا ان كثرة عددهم واصبح هناك فائض منهم / وبدلاً من استخدام الاختراعات الحديثة التي تدفقت على المنطقة توسعوا في الآلات الموجودة مع تطويرها بدلاً من استبدالها .

#### التركيز على الصناعة

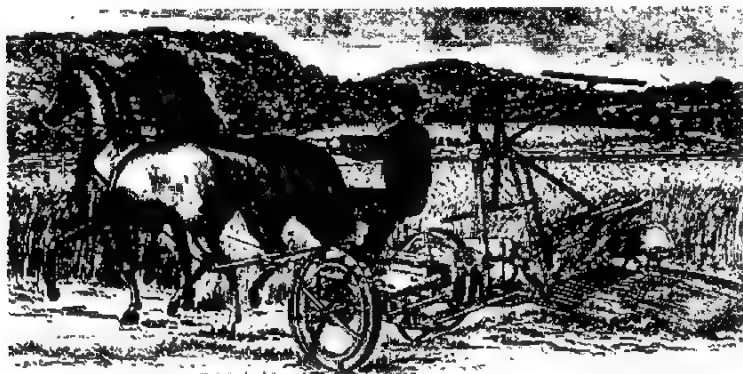
أكدت صناعة المنسوجات قيام الثورة الصناعية في الظروف الملائمة التي توافرت في انكلترا / فمن ناحية حفزت تجارة آلات النسيج والمنسوجات بأنواعها الصناعات الحديدية والكيميائية ، بينما أدت كل هذه الصناعة الى طلب المزيد من الفحم الذي بدوره تطلب تطوراً جديداً في وسائل البحث عنه في المناجم ووسائل المواصلات / وشكراً لاختراع داربي Darby فقد ساعد على الحصول على الحديد الذي ظهر بكميات كبيرة اما النقص فكان في الحديد المطاوع ولكن استطاعوا التغلب على ذلك باستعمال طريقة كورت Cort وهي تحريك خام الحديد المنصهر بآلة خاصة لانتاج الحديد المطاوع (Puddling) والتي استخدمت عام ١٧٨٤ وسوف نشرح المظاهر العلمية والتكنيكية لهذه التغيرات في الفصول القادمة / ولكن من الضروري هنا الإشارة مرة اخرى الى انتهاء عصر الخشب وقيام عصر الحديد أي انتقال صناعة الحديد من الغابات الى مناجم الفحم حيث تركزت كثير من الصناعات الأخرى /

كان التركيز هو ميزة الثورة الصناعية ، وكان من الضروري انتشار الصناعات المنزلية الاقطاعية وكذلك صناعات المدينة في ممالك عديدة . احتضنت الصناعات الميكانيكية الجديدة مناجم الفحم من البداية كما احتكرت

✓ المدن الصناعية الجديدة مثل مانشستر وبرمنجهام ونيوكاسل وجلاسجو معظم  
المنتجات الجديدة<sup>(١١)</sup> أثرت هذه المدن الصناعية النامية تأثيراً كبيراً على غيرها  
من المدن بمنتجاتها الرخيصة التي قضت على الصناعات المنزلية من ناحية  
وبحاجتها الى العمال والغذاء من ناحية اخرى ٥-٢٢١، ٢، ١٠، ٥٦، ١.

## ✓ الثورة الزراعية

شجع تزايد الطلب على العمال والغذاء اصحاب الأراضي والمزارعين  
الجدد على زراعة المحاصيل ذات الكسب السريع وقد حل هؤلاء محل الفلاحين  
في الحصول على رزقهم من الزراعة في معظم انحاء انكلترا / وكانت الثورة  
الزراعية خليط من عمليات التهجين وتطبيق الدورة الزراعية مع الميكنة الزراعية  
التي بدأت باستخدام آلات الحرث والآلات تسوية الأرض التي نجح  
بالأخصنة ٥-١٢ ، وقد هيأ لقيام الثورة الصناعية قليل من المغامرين الذين يبغون  
التطور في أوائل القرن الثامن عشر بادخال التجارب الهولندية / ولكنها لم تظهر  
إلا بعد أن هيأت الصناعة اسواقاً جديدة للحبوب واللحوم كما انها وفرت الآلات  
وكذلك القوى لكي تستطيع الثورة الزراعية ان تستمر ، وكما حدث في الثورة  
الصناعية كانت الثورة الزراعية عنواناً للتغير الجذري في الأمور الانسانية ، وكلما



شكل (١٥٤)

الزراعة الآلية في الولايات المتحدة من القاموس العملي للميكنة تأليف أدوارد نيت Edward

H. Knight ماسوشست ١٨٧٠ .

تقدمت الثورة قلى الطلب على العمال الأمر الذي أدى الى هجرة السكان الى المدن ، وسرعان ما انتقلت الميكنة الزراعية من انكلترا الى امريكا حيث الأراضي المتسعة البكر وبعد ذلك بسنوات عديدة الى المساحات الزراعية المكتظة بالسكان في اوروبا ، لم يقتصر الاهتمام بالزراعة على المناطق المعتدلة بل انتقل الى المناطق الاستوائية ، وكثرت الرحلات الى هذه المناطق لاكتشاف محاصيل جديدة ، ولم تصبح هذه الرحلات مغامرات قراصنة كما كانت في القرن السابع عشر ، بل اصبحت رحلات منظمة علمية تتنافس فيها الدول سياسياً ، ومن المكتشفين المشهورين في العالم كوك Cook ( ١٧٢٨ - ١٧٧٩ ) وبوجينفيل Bougainville ( ١٧٢٩ - ١٨١١ ) وبيروس Perouse ( ١٧٤١ - ١٧٨٨ ) وحتى رحلة بونتي المنكوبة Bounty في عام ١٧٨٩ كان الغرض منها ادخال اشجار ثمار الخبز Bread Fruit من البحار الجنوبية الى جزر الهند الغربية ١٣٦٠ ،

#### مؤسسو الثورة الصناعية /

لم تعتمد الثورة الصناعية في نجاحها على الانجازات العملية بل على اختراعات الحرفيين ، وقد ساعدتهم على ذلك الظروف الاقتصادية الملائمة غير المنتظرة ، وفي الحقيقة قامت صناعة المنسوجات وتمركزت دول اي تطبيقات أو أسس علمية ، وكانت اهميتها الحقيقية هي اثباتق عامل اجتماعي جديد ، كان هناك الحرفي برأس ماله الصغير الذي جمعه نتيجة مجهوده أو عن طريق الاقتراض لأول مرة مطالباً بالتغير وتوجيه حركة الانتاج الى « وجهتها الثورية الصحيحة » كما سماها ماركس Marx ١٢٣،٥-٤ ضد سيادة تجار الانتاج الذين كانوا يستخدمون قلة من الحرفيين /

#### قوة البخار /

بالرغم من قصور الآلة البخارية والطاقة التي تميزها بغير حدود ، لم تستطع الثورة الصناعية التقدم الى الأمام اكثر من سرعة انتاج المنسوجات في المناطق الرطبة مثل لانكشير ويوركشير أو تنجز اكثر مما انجزته مثلتها في الصين التي بدأت قبلها بأجيال عديدة إلا بقدر قليل / كان لاستخدام الآلة البخارية كطاقة في انتاج المنسوجات السبب في ادماج الصناعات الثقيلة والخفيفة وخلق هذا المركب الصناعي الجديد الذي انتشر من موطنه في انكلترا الى جميع اجزاء العالم ، والآن يمكن القول بأن الآلة البخارية انما هي تطبيق عملي لفكر علمي

يقظ ، ولهذا فقد لعب العلم دوراً أساسياً في الثورة الصناعية .

ومن ناحية أخرى أدت الثورة الصناعية بدورها إلى تنشيط ومساندة البحوث العلمية . كان هذا الترابط شديداً في المجالات التي أوجدتها الثورة الصناعية . لم يحدث هذا في انكلترا واسكتلندا وفرنسا فقط ولكن حدث أيضاً في روسيا وإيطاليا وألمانيا وبعض الزمناً انتشرت فكرة الاستعانة بالعلم لتطوير الفنون والصناعة وخاصة بين الطبقة البرجوازية الجديدة وكذلك بين الطبقة الأرستقراطية والحكام أمثال كاترين الكبيرة وجوزيف الثاني في النمسا . كان الاهتمام بالعلم في هذا القرن مختلفاً تماماً عنه في القرن السابق حيث كان أساسه إنجازات في الإنتاج مذاقها الثورة .

العلم في المناطق الصناعية : الموسوعات ( دوائر المعارف )

من مميزات القرن الثامن عشر في بريطانيا أن أحياء العلوم لم ينجح من أكسفورد وكمبرج ولندن كما حدث في القرن السابع عشر بل من مدن كليفز وجلاسجو وأدنبرج ومانشستر وخاصة من برمنجهام<sup>(\*)</sup> التي أصبحت مركز العلم المرموق الذائع الصيت . وفي فرنسا حيث قامت مثل هذه الحركة بمساندة النظم السياسية والاجتماعية القديمة أدت مجهودات كل العقول المتطورة للمخلص منها إلى قيام الثورة الفرنسية . أما أثر هذه الحركة الباقي هو « دائرة المعارف العلمية الكبيرة » وكذلك دائرة الفنون والحرف وظهرت في ٢٨ مجلداً من عام ١٧٥١ - ١٧٧٢ ، وشكراً للعاملين ديديروت Diderot ( ١٧١٣ - ١٧٨٤ ) والمبرر D'Alembert ( ١٧١٧ - ١٧٨٣ ) اللذين ساهما في إخراج الموسوعتين واشترك فيهما معظم فلاسفة ذلك العصر وأصبحتا أنجيل الليبرالية والتقدمية موحدة بين الأفكار الحرة والعلم والصناعة وإطلاق الحريات .

بنجامين فرنكلين :

كان بنجامين فرنكلين Benjamin Franklin هو النبي التايغ الذي سبق ويشير بالتحول الجديد أكثر صدقاً من كاننج Canning ، ويمكن القول بأنه هو الذي « أتى إلى الدنيا الجديدة لتقويم ميزان الماضي » . وُلد بنجامين فرنكلين عام ١٧٠٦ وهو ابن صانع شموع فقير من بوستن تتلمذ على يدي عامل طباعة وناشر عندما كان عمره اثني عشرة سنة ثم هجرها إلى فيلادلفيا في السابع عشر من عمره ليستقر فيها . أرسل بنجامين فرنكلين إلى انكلترا في رحلة صيد لصيد الأوز البري حيث أعال نفسه كعامل طباعة واستطاع أن يلم



شكل (١٥٥)

صورة الغلاف لموسوعة دنيس ديديروت Denis Diderot (١٧١٣ - ١٧٨٤) التي ظهرت بين عامي (١٧٥١ - ١٧٧٢) كانت هذه الأجزاء عبارة عن شروح كاملة للتجارة والحرف والمعتقدات والتعليق عليها وعلى جميع فروع المعرفة . وقد قوبلت في اول الأمر بغضب ارتياح من المسؤولين وهوجمت من العناصر الهدامة ولكن احدث نشرها تحريراً للأفكار من التحيز والجهل .



المائاً تماماً بالمعلومات العلمية والسياسية المعاصرة. / وفي عام ١٧٢٦ رجع الى فيلادلفيا  
حيث وضع اسس النظرية الكهربائية واخترع موصل الصواعق والكرسي الهزاز والموقد  
الحديد / وفي عام ١٧٤٣ انشأ أول جمعية امريكية للفلسفة واصبح مديراً لمكتب



شكل (١٥٦)

بنجامين فرانكلين ( ١٧٠٦ - ١٧٩٠ ) حفر على الصليب من اعمال جيمس تومسون James

Thomson

المستعمرات وهو الذي جهز ومول رحلة الجنرال برادوك Braddock المشؤومة عام ١٧٥٥ .

رجع بعد ذلك الى انكلترا كممثل لبسلفانيا وهناك ايقن انه لا مناص من ان يعمل لاستقلال المستعمرات / هذا العمل الذي لم توافق عليه أو تصوره الطبقة الارستقراطية في انكلترا تلك القلة الحاكمة ، وفي الحقيقة كان فرانكلين أول من قدر امكانيات الدنيا الجديدة وبدأ في تخطيط مستقبلها كما يشهد على ذلك دستوره واعلانه للحريات Declaration of Independence /

حارب الانسان من قديم الأزل من أجل حريته / هكذا أدى فرانكلين آخر بل اعظم خدماته لبلده كسفير لأمريكا في فرنسا مؤكداً مساندته في هذا الصراع / وأثناء اقامته في باريس وفرساي مارس تأثيره العظيم على الاتجاهات السياسية والعلمية / وكان فرانكلين هو يكون القرن الثامن عشر ولكنه كان من طراز آخر - لم يكن ذلك الرجل المراوغ في بلاط الملك أو القاضي الذي يلتمس من الأمراء مساندة العلم ولكنه كان رجل الجماهير الذي ولد في الحرية واقسم ان يحافظ عليها وينشرها / كان بنجامين في طليعة العلماء في العصر الجديد ، فقد شارك بقلبه في تخطيط الفلاسفة و اضاف اليهم مذاق الديمقراطية والتعقل والادراك التي كانوا محرومين منها . /

### الأكاديميات المعارضة والجمعية القدرية /

استمر المعاصرون البريطانيون لبنجامين فرانكلين في حمل رسالته ووضعها موضع التنفيذ ، وبالرغم من ان الثورة الصناعية لم تستفد من العلم إلا قليلاً إلا ان الرجال الذين قاموا بتوجيه هذه الثورة في طريق النجاح كانوا مشبعين بالروح العلمية / ولو ان اهمية العلم لم تقدر التقدير الذي يستحقه بين الملوك وحاشياتهم إلا انه قدر من الجليل الجديد لأصحاب المصانع في شمال انكلترا واصدقائهم وايقنوا ان سبب عدم نجاح العلم في الماضي هو ان خبراءه لم يكونوا عمليين / وبالرغم من إهمال الجامعات القديمة فقد وجد العلم له مكاناً في الاكاديميات المعارضة كأكاديمية ورنجتون ودافتري ، ويدل قيام المؤسسات المستقلة ونجاحها على الشعور بالحاجة الى العلم وضرورته / وخلال القرن الثامن عشر كانت هناك المؤسسات بجانب الجامعات الاسكتلندية توفر احسن دراسة علمية في العالم

وفي هذه الفترة بالذات حدث اندماج بين أصحاب المصانع والعلماء والمهندسين ليس في اعمالهم فقط بل في حياتهم الاجتماعية / حدث هذا اكثر مما حدث في اواخر القرن التاسع عشر ، فقد تزوجوا واسرفوا في لهوهم وتناقشوا طويلاً واجروا التجارب وخططوا للقيام بمشروعات جديدة / كان هذا عهد « الجمعية القمرية » ببرمنجهام والمنطقة السوداء / كان أعضاء هذه الجمعية يجتمعون في منازلهم في الليالي القمرية عندما يكون القمر بديراً / كان من بين الأعضاء جون ولكنسون John Wilkinson (١٧٢٨ - ١٨٠٨) ملك الحديد الذي عاش ومات وهو يحلم بالحديد حتى انه اوصى بأن يدفن في تابوت من الحديد / وكذلك ودجود Wedgwood (١٧٤٤ - ١٨١٧) الخزفي وادجورت Edgeworth اللطيف المعشر الايرلندي الذي كان رأسه مليئاً بالمشروعات النبيلة لاصلاح الحياة الاجتماعية ، وكذلك توماس داي Thomas Day من ساندفورد Sandford وميرتون Merton ١٠٧-٥ الذي كان يجمع بين الجد والهزل والشاعر الدكتور ايرازمس دارون Dr Erasmus Darwin (١٧٣١ - ١٨٠٢) من لشفيلد Lichfield وجوزيف بريستلي Joseph Priestly (١٧٣٣ - ١٨٠٤) وجاء بعدهم جيمس وات James Watt (١٧٣٦ - ١٨١٩) الرجل ذو المزاج السوداوي الذي لا يكل ومواطنه الأصغر مردوك Murdock (١٧٥٤ - ١٨٣٩) مخترع المصباح الذي يعمل بغاز الفحم واخيراً محرك وقلب هذا الجمع الحاشد الرجل الثري المغامر المرح الكريم مئى بولتون Mathew Boulton (١٧٢٨ - ١٨٠٩) ٤١-٥ / صانع الأزرار الذي اصبح أول صانع للآلة البخارية / ويعتبر بحق المحرك الأول للثورة الصناعية وكما كتب للأمبراطورة كاترين يقول : « انا ابيع ما يحتاجه العالم كله - القوة » / كان يرتبط بهذا الجمع الحاشد بعلاقات شخصية مجموعة اخرى من الفلاسفة الاسكتلنديين الذين كانوا يتمتعون لعصر النهضة في القرن الثامن عشر ، ومن هؤلاء الفلاسفة هيوم Hume (١٧١١ - ١٧٧٦) الذي هب الاتصال بفلاسفة فرنسا امثال آدم سميث Adam Smith (١٧٢٣ - ١٧٩٠) والمفكر صاحب مبدأ حرية رأس المال الدكتور بلاك Black (١٧٢٨ - ١٧٩٠) وهو الذي اوجد ثورة الهواء المضغوط والدكتور روبك Roebuck (١٧١٨ - ١٧٩٤) وكان طبيباً واصبح كيميائياً وهو صاحب مصانع كارون وهي أول مصانع للحديد تدار على أسس مدروسة وكذلك الدكتور صمول Small (١٧٣٢ - ١٧٦٩) المشرف العلمي لتوماس جيفرسون Thomas Jefferson

١. Jefferson

لم يتم هذا الازدواج بين العلم والانتاج إلا في انكلترا في أواخر القرن الثامن عشر ، ويشير هذا الازدواج الى فترة توازن ديناميكي بين العلم والتقنية وهي مرحلة انتقالية بين فترة استفاد فيها العلم من الصناعة أكثر مما افادها وفترة أخرى اعتمدت الصناعة فيها اعتماداً كلياً على العلم / اما في البلاد الأخرى فكانت الاهتمامات أكثرها اقتصادية وسياسية وذلك لافتقارها للأسس الصلبة التي وفرتها الصناعات للعلم لم بدت انكلترا في عيون أهل هذه البلاد كعبة الصناعة لم وفي الحقيقة كانت أحسن المنتجات الصناعية الانكليزية من منجزات زائرين اغراب مثل جابريل جارسز Gabriel Gars ( ١٧٣٢ - ١٧٦٩ ) وهو احد مؤسسي الصناعات الثقيلة الفرنسية لم ومن الشيق ان نلاحظ انه عندما تقرر عام ١٧٢٨ بدء صناعة الحديد الجديدة في ليكريزوت Le Creusot وهو اكبر مصنع للحديد اقيم خارج انكلترا والذي منه انبثقت صناعة الصلب ليس فقط في فرنسا بل في ألمانيا / كان من الضروري الاستعانة بولكنسون W. Wilkinson وهو اخو ملك الحديد للاشراف على الناحية التكنيكية هـ ٢٧ /

### الكيمياء الأساسية وثورة الهواء المضغوط

كانت اكبر الانجازات الجديدة للفترة التي حدثت فيها الثورة الصناعية هي قيام الكيمياء الأساسية والكمية ، كان هذا حدثاً تاريخياً في تاريخ العلم لا يقل اهمية عن الجمع بين الفلك والميكانيكا في القرن السابق ، اما كيف حدث هذا فهو موضوع الفصل التالي ، ويكفي هنا ان نشير الى نتائج التطور السريع في الكيمياء الصناعية كعامل ثانوي للصناعات الجديدة للمنسوجات ونتيجة لاهتمامات العلماء في هذه المجالات وتطورها .

اما السبب الحقيقي الذي جعل قيام وحدث مثل هذا التطور في الكيمياء ممكناً هو دراسة الغازات الجديدة والتجارب التي اجريت على الهواء والفراغ التي تمت في القرن السابق ، وذلك بالاضافة الى التحسينات التي تمت على الآلة البخارية ، ويمكن القول ان تطور الكيمياء جاء نتيجة الثورة في الهواء المضغوط . كان من نتيجة اعمال بلاك في اسكتلندا وشيل Scheele في السويد في هذا المجال ان استطاع لفوازيه Lavoisier ذو العقل المرتب ان يصحح فوضى المعتقدات القديمة والحديثة ، وبعد ذلك بعشرين عاماً جاء دالتون Dalton ليقدّم شرحاً بالذرات لادمج الكيمياء بنظام نيوتون الميكانيكي المادي / ومضت مائة عام

أخرى قبل ان تكتشف القوى الحقيقية التي تربط الذرات (\*) (١٣) .

عصر الفكر : جوزيف بريستلي

لم يقتصر تأثير العلم في مجال الصناعة فقط بل كان علماء أواخر القرن الثامن عشر في انكلترا وفرنسا بدءاً من فرانكلن احراراً في تفكيرهم منادين بالاصلاح الجذري / اشهر هؤلاء العلماء في ذلك العصر الذي جمع بين ملاحقة العلم الانسانية السياسي المحنك هو جوزيف بريستلي (١٧٣٣ - ١٨٠٤) وهو ابن صانع ملابس من يوركشير / تعلم في اكاديمية دافنتري Daventry ليكون قسيساً في المجمع المقدس / تشرب منهم الروح الجديدة لتحرير الافكار من التحيز والجهل والتي ابعده عن الالحاد ولكن وجهته الى المسيحية الحققة من نوع عقيدة اليونيتارين Unitarian التي لا تؤمن بعقيدة الثالوث ولاهوت السيد المسيح / ابعده هذه العقيدة عن الكنيسة الاورثوذكسية ولكن ثقافته وميوله قربته من المجال العلمي وخاصة الى بنجامين فرانكلن الذي قدره وشجعه على كتابة تاريخ الكهرباء ١٧٦٥ العمل الذي وضعه على عتبات مجده العلمي / وفي عام ١٧٦٧ اصبح قسيساً في ليندز حيث اجرى تجاربه على ثاني اوكسيد الكربون ، ومنذ ذلك الوقت نال مساندة اصحاب المصانع وبعض النبلاء الأحرار ، وكانت الفترة ما بين اعوام ١٧٧٣ ، ١٧٨٠ هي اخصب فترات حياته فكان لديه المنزل المريح والمعمل اللذان هياهما له لورد شيلبورن Shelburne ، وفي هذا المعمل اجرى تجاربه التي اكتشف بها الاوكسيجين والتي جلبت اليه شهرته العالمية ٥١-٥٢ .

كانت ملاحقة العلوم امراً ثانوياً بالنسبة لبريستلي / اما هدفه الاسمي فكان الجدل العقائدي حول حرية اعتناق المذهب الديني / كانت معتقدات بريستلي الدينية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بأفكاره العلمية بعيداً عن الرغبة في الفصل بين المادة والروح وبين العقل والعقيدة كما فعل ديكارت / فكر بريستلي في رؤية جديدة لتربطهما معاً ووجدها في الكتاب المقدس كما وجدها في الطبيعة كعمل من اعمال الخالق عز وجل / وفي تصوره ان النشاطات التي تؤديها الكهرباء تبين ان المادة ليست خاملة ولذلك فهي ليست اساساً غير قادرة على الاحساس / فمن ناحية تقترب افكاره من افكار ايريجينا Erigena الذي يؤمن بأن كل مادة فيها حياة hylososism ومن ناحية اخرى تقترب افكاره من النظرية الفلسفية العضوية

لهوايته *Whitehead* / كان بريستي يعتقد ان فوضى المسيحية جاءت من  
 المعتقدات ١١٠٥، ١٩٠ / مثل الثالث الأقدس / ويوم الغفران عند اليهود والجبرية  
 / مذهب ان الانسان مسير وأن الله حتم هذا المسار منذ الأزل / وحتى وجود  
 الروح / لم تكن لهذه الآراء إلا جاذبية قليلة في القرن الثامن عشر / كانت دهشة  
 الرجل الفرنسي كبيرة ليجد فيلسوفاً يؤمن بالله / أما الانكليزي فوجد صعوبة  
 للفرقة بين مذهب بريستي والاحاد / ومع ذلك فكان بريستي يؤمن بسلوك  
 واخلاقيات المسيحية والتي لم تزد عن اخلاقيات وواجبات الحياة العادية المعروفة  
 وهي الافراط في التنسك والزهد في الحياة والتقرب من الله والعطف على الفقراء  
 وبهذه الروح عضد وساعد بريستي كل حركات الاصلاح الاجتماعية والثقافية  
 والتي تتلخص في كلماته / السعادة الكبرى في اسعاد اكبر عدد من الناس « /

لم يتدخل بريستي في النشاطات السياسية ولم يأخذ فيها دوراً نشيطاً ولكن  
 في وقت من الأوقات عندما كانت الأفكار متصلة ضد نزعات الثورة الفرنسية  
 ابدى فقط عدم موافقته جماهيرياً ليس على النظام الكنسي فقط بل على المنشقين  
 المهذين وقد اعتبر ذلك مساوياً للتمرد ان لم يكن خيانة / اصبح الدكتور  
 بريستي ذلك الرجل المذهب والعطوف منبؤاً / وجاءت قمة الأحداث عام  
 ١٧٩١ عندما قام احد سوقه برمنجهام دفاعاً عن الكنيسة والملك ومساندة  
 المسؤولين بحرق منزله ومكتبته ومعمله / ولم يستطع بريستي بعد ان نجا من  
 الموت البقاء في انكلترا وبعد ان نبذه زملاؤه لأرائه السياسية هاجر الى امريكا  
 وهناك توفي عام ١٨٠٤ / تبدو الأحداث كأنها حكمت على رسالته بالفشل ولكن  
 تأثيره ظهر بعد ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لتلهم الحركات التحررية  
 وحركات الخير والاحسان في القرن الثامن عشر /

#### انطوان لورنت لافوازيه *Antoine Laurent Lavoisier* /

يرتبط اسم بريستي في تاريخ العلم باسم لافوازيه برابط لا تنفصم عراه  
 حيث انه على اسس البحوث التي قام بها المستكشف الانكليزي بريستي قامت  
 ثورة لافوازيه التي ارسى قواعد الكيمياء بحيث اصبحت الى الأبد علماً منطقياً  
 وكيمياء ٧٤- / سادت شخصية لافوازيه في اواخر القرن الثامن عشر الأوساط  
 العلمية الفرنسية وكان يختلف اختلافاً جوهرياً عن بريستي بالرغم من ان العلم  
 كان شاغلهما الوحيد في حياتهما ، إلا انه لم يكن هناك ذلك الغموض الديني في  
 حياة لافوازيه ولا حب الاحسان والخير في شخصيته كما كانت متأصلة في

شخصية بريستلي / وبمعكس ذلك كان لافوازيه متهماً بخدمة المجتمع ومحاولة جعل العلم ذي فوائد عملية وكذلك تطور علم ما قبل الثورة لمسايرة الثورة في العهد الجديد / ومنذ شباب لافوازيه كان رجلاً مقتدرًا يعتمد عليه وربما كان ذلك بسبب انه ولد غنياً ومن عائلة غنية ونشأ وترعرع في حيوحة من العيش ولقي العناية والرعاية الحسنة وتدرج من سائق مركبة الى مدير مكتب للبريد الى تاجر الى موثق للعهود الى وكيل قضائي الى البرلمان في باريس / وكان عليه ان يأخذ الخطوة الأخيرة بعيداً عن النبلاء فاشترى مكاناً في Ferme Generale هذا المكان الصغير هو المنظمة الغنية التي كانت تحصل الضرائب للملك ، ولم يدرك ان هذه المنظمة كادت تفقده حياته /

/ كانت ثقافة لافوازيه العلمية عالية ومتعددة فكانت تشمل الرياضيات والفلك والنبات والتشريح والجيولوجيا واهم من ذلك الكيمياء التي تتلمذ لها تحت اشراف الودود رويل Rouelle ( ١٧٠٣ - ١٧٧٠ ) الذي كان معيداً في الحديقة الملكية النباتية وهنا كان لافوازيه شاباً متعدد القدرات غزير المعلومات يهدف الى توضيح العلم ليصبح مفهوماً ومقبولاً / كانت أولى انجازاته العلمية هي وضع خريطة جيولوجية لفرنسا وتم له ذلك عندما كان في العشرين من عمره ، وقام برحلة جاب فيها جميع انحاء فرنسا بحثاً عن مواردها المعدنية / انشغل بعد ذلك بعدة مشروعات كانارة الشوارع وانشاء المزارع النموذجية وغيرها من المشروعات العامة التي بدأت في الظهور ابان القرن الثامن عشر في انكلترا وفرنسا ، ولكن كانت اهم وظائفه تعيينه عام ١٧٧٥ في الهيئة المشرفة على انتاج البارود في الأرسينال حيث انشا معمله الذي كان بحق احسن معمل في العالم في ذلك الوقت /

اما عن انجازات لافوازيه العلمية فسوف نذكرها في موضع آخر من هذا الكتاب ، اما هنا فسنهتم بتأثيره ودوره العظيم في استخدام العلم في الحياة العامة ، وفي هذا المجال لم يستطع ان يجاريه احد لسنوات عديدة / وفي كل اعماله كان لافوازيه واضحاً ودقيقاً ومرتباً وغير ميال للفلسفة ، ولو انه مهد الطريق للكيمياء باستخدام الأمس الرياضية والفيزيائية إلا أن الأنوار التي سلطها على الكيمياء هي التي بقيت مضيئة على مر العصور / لم تكن محاكمة لافوازيه مع الآخرين موجهة اليه شخصياً ولا الى علمه ، فقد عانى الكثير من اجل مبادئه التي كان يؤمن بها والتي كانت بارزة وظهرت جلية وواضحة في مناهضته وتهكمه على حركات الثورة .

كان بريستلي ولافوازيه مجرد شخصين يرمزان الى الأمل والتقدم المرتبطين بالنمو السريع في العلم والصناعة / وفي أواخر هذا القرن ازداد عدد الرجال ولأول مرة في التاريخ النساء الذين بدأوا يفكرون في استطاعة وجود دنيا تحكم بالعقل والعدالة بدلاً من التحيز والتمييز / انتشرت هذه الأفكار في أوروبا والدنيا الجديدة وإيطاليا والنمسا وروسيا وبروسيا حتى اسبانيا / ومن الملاحظ ان العلم وكان في مثل هذا الوقت كامناً في ايطاليا نهض وافاق من اغماء بظهور عبقریات امثال جلفاني وفلنا وافوجادرو / تأثر هؤلاء العلماء ليس فقط بالنتائج التي انبثقت من تجاربهم وطموحهم كما جاء في اعمال روسو Rousseau ( ١٧١٢ - ١٧٧٨ ) ولكن من كل شيء استخلص من المجتمعات الصينية والهندية والهنود الحمر وايضاً من تقارير الرحلات العلمية التي سردت الحياة السعيدة والبسيطة التي



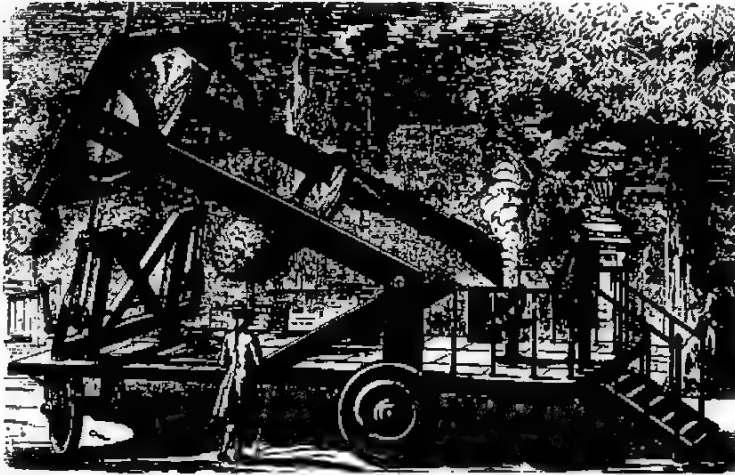
شكل (١٥٧)

ادى المذهب الراديكالي لجوزيف بريستلي الى حدوث غوغاء دفع الملك والكنيسة الى احراق بيته ومكتبته ومعمله . من كتاب حياة بولتون ودات لمؤلفه صمويل سميل لندن ١٨٦٥ .



يحيها سكان جزر الكورال في البحار الجنوبية ، أصبحت المجتمعات التي يحكمها الفلاسفة العقلاء والخالية من الطغيان والاستبداد هي المثلى ، وأصبح كل شيء يتجه الى الطبيعة /

كان العلم واحداً من أهم المهامات في عصر تحرير الأفكار من التحيز والطغيان ، فقد هيا في نفس الوقت أداة جديدة ذكية لنقض وهدم النظم القديمة واصبح وسيلة عملية لبعث انسانية جديدة من خلال استخدام صناعة ميكانيكية حديثة ، وكان على هذه الصناعة ان تنتج اعداداً كبيرة وتحدث انفجاراً في الانتاج بحيث اثرت بغزارتها ومستواها الرفيع تأثيراً شديداً على المجتمع لم يحدث مثله في أي مكان أو زمان /



شكل (١٥٨)

للحصول على درجة حرارة عالية في المصبل استعملت عدسات ومرايا . وفي الصورة مرآة كبيرة استخدمها لافوازييه في الأكاديمية العلمية . من نقش على الخشب .

### ٨ - ٣ الثورة الفرنسية وتأثيرها على العلم /

كان العلماء الفرنسيون في أواخر ايام الملكية مشبعين بالروح الجديدة المتطورة للفلاسفة وقد اعطاهم النظام الجديد فرصتهم / وفي طريق القضاء على

/ الأثر الباقي للاقطاع واعلاء شأن الأسباب التي دعت الى ذلك لعب العلماء دوراً قيادياً ، وقد قدرت كل الحكومات أهمية العلم واجزت للعلماء العطاء وانتظرت جني الثمار من منجزاته ، كان بعض العلماء امثال مونج ( 1746 - 1818 ) ولازار ( 1753 - 1823 ) جمهوريين متحمسين وسرعان ما عهد اليهم بمهام اقتصادية وعسكرية ، اما غيرهما من العلماء مثل كوندورست Condorcet ( 1743 - 1794 ) ولافوازيه Lavoisier العظيم فبالرغم من انهم تعاونوا تعاوناً كاملاً مع الثورة إلا انهم لم يستطيعوا الحياة تحت ظل مؤسساتهم بأنظمتها القديمة وكانوا ضحايا تفاعل الجماهير وثورتهم التي اجتاحت فرنسا ، انشغل معظم العلماء في ذلك الوقت باعادة تشكيل الاداة الحكومية ونظم التعليم على اسس علمية .

/ كان أول عمل قام به العلماء وهو تصحيح الأوزان والقياسات وقرار القياس المتري وتم تثبيت ذلك عام 1799 ، ولم يكن ذلك سهلاً فقد استلزم ثورة لتحقيقه وللدلالة على ذلك ان النظم القديمة المربكة كانت لا زالت قائمة في المناطق التي لم تتأثر أو لم يصلها المنطق الفرنسي الجديد / اما العمل الثاني فكان خلق نظام جديد للتعليم على أسس علمية ويعتبر أول تغير حقيقي لنظم التعليم منذ عصر النهضة وقد بنى الثوريون هذا النظام على الأسس التي وضعتها الأكاديميات الانكليزية المعارضة والمدارس الحربية في فرنسا بالرغم من معارضة الجامعات القديمة باستثناء اسكتلندا كما رأينا / فقد كانت الجامعات الاسكتلندية في المقدمة من حيث التطور العلمي منذ بدأ ، وكان من نتائج تلك الأكاديميات المعارضة بريسلي وولكنسون ملك الحديد من المدارس الحربية الفرنسية ، والرياضي مونج Monge وبونسلييت Poncelet وجنود مثل نابليون وغيرهم مثل ولنجتون Wellington بعد ان ترك ايتون Eton ، وأصبح لا غنى للصناعة في السلم والحرب عن العلم / كان لانشاء المدرسة العليا ومدرسة الطب وكذلك مدرسة البوليتكنيك تأثيراً كبيراً على تقدم العلم ، فقد اعطت هذه المعاهد نظماً جديدة في تدريس العلوم والبحث العلمي ، وباختيار نخبة من المدرسين البارعين للتدريس في هذه المعاهد استطاعت تخريج نوع من العلماء يتقاضون رواتب شهرية يحلون تدريجياً محل الهواة او الذين كانوا يعملون بتشجيع من النبلاء أو الملوك في الجهود الماضية .

✓ شملت أول دفعة تخرجت في هذه المعاهد الجديدة أسماء مثل شارلز Charles ( 1746 - 1823 ) وجاي لوساك Gay Lussac ( 1778 - 1850 ) وثنارد

Thenard ( ١٧٧٧ - ١٨٥٣ ) ومالس Malus ( ١٧٧٥ - ١٨١٢ ) وفرزنل Fersnel ( ١٧٨٨ - ١٨٢٧ ) وقد ساهموا جميعاً في تقدم كثير من العلوم / اعطت هذه المعاهد الفرص للموهوبين من كل الطبقات لكي يظهروا في المجالات العلمية المختلفة ويرجع الفضل اليهم في تقدم فرنسا على كل الدول في العلوم / واستمر هذا التفوق حتى القرن التاسع عشر عندما تبعتها المانيا وانكلترا باستخدام الأسلوب العلمي في التربية /

### نابليون - راهي العلم

يتميز عصر نابليون الذي خلف عصر النهضة بسرعة وتثبيت مسيرة العلم ، وبالرغم من ان نابليون اعان العلماء وبسط عليهم حمايته إلا انه اشرف على تطور العلوم بنفسه فكان كثيراً ما يحضر اجتماعات الأكاديمية ويقوم بالرحلات العلمية مصحوباً بالعلماء كرحلته الى القطر المصري وكان مسروراً لدعوته أبي هاي Abbe Hauy ( ١٧٤٣ - ١٨٢٢ ) منشئ علم البلورات ليكتب كتاباً في الفيزياء / كان نابليون أول حاكم بل الوحيد بين الحكام له ثقافة علمية خلال قرن من الزمان ، ولذلك كانت له بعض الآراء - ولو انها آراء سديدة برجوازية - إلا انها ساندت نظامه عملياً وقوت من جيشه .

/ كانت لحروب نابليون اهمية كبيرة للعلم ولو بطريقة غير مباشرة / كانت الثورة الصناعية تنتشر تدريجياً في فرنسا في أواخر هذا القرن / ولما كانت فرنسا تفوق انكلترا في عدد السكان الذين بلغ عددهم ٢٨ مليوناً بينما عدد سكان انكلترا ١١ مليوناً فقط لم وبالرغم من عدم تركيز الصناعة في فرنسا فإن انتاجها فاق انتاج انكلترا في ذلك الوقت ٦٧-٣٠ / وهذه الأسباب مجتمعة استطاعت فرنسا ان تحافظ على المجهود الذي لا سابقة لها به وهو ارسال الجيوش لتحارب في كل انحاء اوربا / وكان للحصار البحري الانكليزي بواسطة اسطوها المتطور تكنولوجياً تأثير ضعيف / ولكن هذا التأثير زاد بمضي الوقت بحيث دمر التجارة الخارجية الفرنسية ومنع عن فرنسا الموارد الخارجية مثل الصودا والسكر الأمر الذي شجع على تقدم صناعة الكيماويات في فرنسا / ولذلك احتلت مركز الصدارة بين ممالك العالم في هذا المجال لثلاثين عام / اختلفت الحروب النابليونية عن الحروب الحديثة فلم تدخل في مجالات العلم ولكنها أدت الى لقاء العلماء من شعوب مختلفة / منح نابليون جائزته الى دافي Davy لاكتشافاته في الكيمياء الكهربائية عام ١٨٠٨ ، ولم

يتوان دافي في الذهاب الى باريس لاستلام جائزته واحتج على الرجال ذوي العقول الصغيرة الذين اعترضوا على ذلك بسبب نشوب الحرب بين انكلترا وفرنسا ١٨٠٥ هـ. / اما في انكلترا فكان تقدم العلوم والمعرفة ابان الثورة الفرنسية مغايراً تماماً عنه في فرنسا ، فبدلاً من العنف والشدة في استحداث الجديد كان تعلقاً يائساً بالنظم الكنسية والحكومية ورفضاً للمبادئ التحررية لحزب الاحرار Whigs . / حدث تحول في المعتقدات الدينية من الاعتقاد بالله وحده (deism) الى المذهب الميثودي العاطفي / لم يتدخل احد من هؤلاء في طريق الصناعة التي اتسعت اسواقها نتيجة للحصار البحري على فرنسا والحاجة الملحة لانتاج الأدوات الحربية ليس فقط لانكلترا ولكن لحلفائها المتخلفين صناعياً . /



شكل (١٥٩)

كاريكاتور لتوماس راوندسون Thomas Rowlandson (١٧٥٦ - ١٨٢٧) تجربة على الهواء المضغوط في المعهد الملكي . في الوسط القائم بالتجربة ويعتقد انه توماس جارت Thomas Garnet (١٧٦٦ - ١٨٠٢) ويساعده همفري دافي Humphry Davys (١٧٧٨ - ١٨٢٩) وهو يحمل المنفاخ بينما يقف على اليمين بنجامين طمسون Benjamin Thomson امير ومفورد (١٧٥٣ - ١٨١٤) وهو يتنسم .

حدثت محاولة واحدة شبيهة بقيام المدارس العلمية الجديدة في القارة الأوروبية وهي انشاء المعهد الملكي عام ١٧٩٩ وكانت مبادرة من السير بنجامين طومسون Benjamin Thomson (١٧٥٣ - ١٨١٤) وهو امريكي وكان عضواً في حزب المحافظين ولكنه من شاكلة فرانكلن وكمعارض للديموقراطية رأى ضرورة كفاءة الخدمات الشعبية لاستمرار النظم القديمة وتطبيقاً لهذا اخذ على عاتقه ادارة عملة / بافاريا قبل ان تديرها فرنسا / وهناك جمع الشحاذين من الشوارع وأوجد لهم الأعمال المناسبة كما انه طبق طرقاً اقتصادية جديدة للطبخ وكانت ناجحة بحيث



شكل (١٦٠)

للتصدي لشكلة الانفجارات في المناجم بسبب اشتعال الغازات اخترع همفري دافي مصباح الأمان بحيث لا تفصل ناره الى الهواء والغازات المحيطة . الصورة من Gallery of Portraits لندن

١٨٣٣

استطاع ان يطعمهم بثلاث فارسات ( الفارسنج = ثلث بنس ) في اليوم ، كما انه حول ميزانية الجيش من الحساسة الى المكسب بإيجاد صناعات مختلفة للجنود / وفي محاولته هذه اكتشف قوانين نقل الحرارة وبين كيفية توليدها بالشغل ، وعند عودته لانكلترا رأى لأول وهلة انه لا يمكن نجاح الثورة الصناعية من غير تدريب عمال مهرة على أساس علمي بدلاً من اعتمادهم على تقاليد بالية ، ولهذا حث الأغنياء ، على استثمار اموالهم في انشاء معهد تحت الرعاية الملكية من اجل « انتشار المعلومات وتسهيل استخدام الاختراعات الميكانيكية المفيدة وتحسينها وتدريس مناهج فلسفية واجراء تجارب عملية لتطبيقها في الحياة العملية » .

/ لم يؤد المعهد الملكي رسالته إلا لفترة وجيزة / كان أول مدير له العالم الكبير همفري دافي Humphry Davy ( ١٧٧٨ - ١٨٢٩ ) ٥٠٥ ، ١٣٠ وكان متكبراً مغروراً عرف همفري باختراعه مصباح الأمان للمناجم عام ١٨١٥ وكان هذا نتيجة بحث صناعي قام به دون مقابل / ولو ان هذا المصباح اخترع اصلاً لمنع الانفجارات في المناجم - إلا انه استخدم ايضاً في المناجم التي كان من المتعذر الوصول اليها لانتشار الغازات فيها ، وبهذا زاد انتاج المناجم ولكن حوادث الانفجارات بقيت كما هي .

/ قدم دافي اغنيته التي يتغنى فيها بفضل العلم في بحثه عام ١٨٠٢ وكان عمره في ذلك الوقت واحداً وعشرين عاماً / هذه الأغنية تعبر عن روح العصر الجديد وفي هذه الأغنية أو النشيد نقرأ التعبير الآتي الذي يعتبر عقيدة أو عنوان القرن التاسع عشر : « ان عدم المساواة في العمل والملكية وكذلك التفرقة بين افراد المجتمع هي في الواقع مصادر القوة في المجتمعات المتقدمة ومن أسباب تحركها وثورتها بل يمكن القول بأنها هي روحها » ٥٠٥ .

/ بتجمع العلم والمنفعة وصوت عضو المحافظين العاطفي اصبح المعهد الملكي مركزاً للموضة السائدة ومشهوراً كالأوبرا كما اصبح مركزاً للنبلاء وطبقة الملاك الكبار / ولجعلله قاصراً على فئة خاصة سد الباب الخلفي ليخفي الآلات عند صعودها ، ومع ذلك نجح المعهد وانشىء فيه معمل نموذجي تم فيه انجاز معظم الاكتشافات العلمية في أوائل القرن التاسع عشر / اما التدريس فقد اقتصر على المحاضرات العامة التي جذبت اليها واحداً من اكبر علماء كل العصور الا وهو ميشيل فرداي Mechael Faraday الذي كان يعمل مجلداً للكتب / عمل فرداي

مساعداً لدافى ودرس العلوم في المعهد / لم يكن هناك مجال لعشرات امثال فردي  
بطاقتهم الكافية من أن يظهروا في انكلترا في ذلك الوقت كما ظهروا في فرنسا .

رد فعل عصر ما بعد نابليون

ظهر اثر الحركات التحررية لبعض الوقت في ردود الفعل التي اعقبت  
حروب نابليون والتي اسدت الكثير نحو نشر هذه الحركات في انحاء اوربا وفي  
الركود الاقتصادي الكبير الذي اعقب ذلك عام ١٨٢٠ ، وفي مثل هذه الظروف  
ظهرت الثورة الاقتصادية بوجهها القبيح المتمثل في البطالة والعوز كما ظهر شبح  
قيام ثورة اخرى امام اعين الطبقات الحاكمة مما اضطرهم الى استعمال وسائل مادية  
ومعنوية شديدة لاختضاع السوقه الثائرين / كما انهم نظروا الى الماضي واستخلصوا  
منه طريقة اشبه بطريقة العصور الوسطى ، وبذلك حلت الرومانسية العاطفية محل  
المادية المنطقية اللادينية الثورية<sup>(١٤)</sup> . ونتيجة لذلك قل الاهتمام بالعلوم مؤقتاً  
إلا في المانيا حيث كان العلم مرتبطاً بصحوة الروح القومية والسمو والتعالي / كانت  
حاجة الصناعة الى العلم في حالة كمون بسبب نقص الطلب على المعدات  
الحربية / فلم تكن الحاجة اليه ملحة من الاداة الحكومية بعد رجوع الملكية في  
فرنسا وحلفائها / كان هذا التدهور نسبياً فقط بالنسبة الى النشاط الكبير الذي  
حدث في العقدين الأخيرين للقرن الثامن عشر ولقد تم الشيء الكثير بحيث  
اصبح العلم مرتبطاً بالصناعات الجديدة ارتباطاً وثيقاً ويشبه هذا الانحسار في قوته  
وامتداده ما حدث في ابتداء القرن الثامن عشر ولم يكن من السهل اخماد الروح  
العلمية / وفي بريطانيا وفرنسا ومانيا بالرغم من رد الفعل هذا اصبح العلماء  
ومشجعو العلم رأس حربة لحركات الاصلاح التحررية الجديدة .

## ٨-٤) سيماء العلم في الثورة الصناعية

ان فترة السبعين سنة بين عامي ١٧٦٠ ، ١٨٣٠ وخاصة الثلاثين سنة بين  
عامي ١٧٧٠ ، ١٨٠٠ تعتبر فترة تحول حاسمة في تاريخ العلم / تشير هذه الفترة  
الى اول ادراك عملي لاهمية القوى الميكانيكية الجديدة في اطار الرأسمالية الصناعية  
والانتاج / وبمجرد ان تمت هذه الخطوات اصبح لا محيد عن انتشار الصناعة والعلم  
ابان القرن التاسع عشر / كان النظام الحديد للصناعة اكثر احكاماً وكانت منتجاته  
ارخص ثمناً من الصناعات القديمة ولذلك لم تلق أي منافسة ولذلك لم تكن هناك  
فرصة للرجوع الى الوراء ولم يلبث ان تغير نمط المعيشة لكل انسان في الحياة / ان

هذا التحول المخرج نتيجة بلوغ التكنولوجيا والاقتصاديات أوج عظمتها من الناحية  
التكنيكية في انكلترا حول عام ١٧٦٠ ومن الناحيتين الاقتصادية والسياسية في  
فرنسا بعد ذلك بثلاثين عاماً / لم تكن هذه التغيرات سهلة التأثير ولم تكن حدثاً  
عارضاً حيث ان هذه الفترة كانت فترة ثورات وحروب لا سابقة لها ٩٠٥ . /

كانت التطورات العلمية في القرن الثامن عشر ثورة حقيقية / ولم تكن ثورة  
الهواء المضغوط إلا وجهاً من وجوهها / ولو ان هذه التطورات العلمية تظهر في  
تاريخ العلم كأنها امتداداً لرفض كوبرنيكوس وجاليليو ونيوتون للأفكار القديمة إلا  
انها مقياس لمدى استكانة المؤرخين وتأثرهم بالتقاليد الموروثة / وفي القرن السابع  
عشر حل العلماء مشكلات الاغريق بالطرق الجديدة الرياضية والعملية / اما علماء  
القرن الثامن عشر فقد استطاعوا بهذه الطرق حل مشاكل اخرى لم يفكر فيها  
الاغريق مطلقاً / وكان عليهم ان ينجزوا المزيد كادماج العلم في الإنتاج  
الميكانيكي / ومن خلال القوى الهندسية وكذلك الكيمياء والكهرباء أصبح العلم  
من مستلزمات الصناعة ولا يمكن الاستغناء عنه / كانت أولى خطوات العلم في  
القرن السابع عشر هي الانجازات التي قدمها الى الفلك في خدمة الملاحة وبقي  
العلم كما كان في العصور القديمة شيئاً خفياً لا يفهمه إلا الخاصة وجزءاً من  
المعتقدات التي تؤمن بها الطبقات الحاكمة ، وفي الواقع لم ينجز العلم شيئاً في  
صالح الصناعة والآن وفي نهاية القرن التاسع عشر وبدون ان يفقد العلم طبيعته  
الأكاديمية أصبح احد العناصر الهامة للقوى المنتجة للجنس البشري / أصبح ذلك  
حقيقة ثابتة اخذت في النمو والأهمية بحيث كتب لها ان تسود المجتمعات الرأسمالية  
التي ساعدت على مولدها /

/ وفي مجال الأفكار لم يعط عصر الثورات شيئاً ذا أهمية بالنسبة الى الاكتشافات  
العلمية والاختراعات التكنيكية التي تمت في ذلك العصر / كانت هناك الحاجة الى  
الوقت لاستيعاب الأحداث والتغيرات السريعة التي حدثت واحدة بعد الأخرى في  
الفترة ما بين عامي ١٧٦٠ ، ١٨٣٠ ، وفي مجال الفكر تقع هذه الفترة عند منحني  
الطريق / كانت الأفكار التي اهتمت رجال الثورة هي افكار الفلاسفة القرنين  
امثال فولتير وروسو وكانوا خلفاء نيوتون ولوك اللذين كانا يؤمنان بالانسان وقدرته  
على بلوغ الكمال عن طريق التنقيف والتعليم الحر وكسر القيود التي كانت الكنيسة  
والملك يقيدونه بها / لقيت هذه الدعوة صدى في المانيا على يدي كانت Kant



١٧٢٤ - ١٨٠٤) الذي حاول جمع المنجزات العلمية ونور الوجدان في نظام واحد /

١ / وكانت افكار القرن التاسع عشر تعتمد على التجربة الصعبة للثورة الصناعية واسترخاء رجال الثقافة والملاك وعدم رغبتهم في تطبيق شعار الثورة « الحرية والمساواة والأخاء » حرفياً / ان محاولة تطبيق الفلسفة الاجتماعية لتحرير الأفكار من الجهل والتحيز في الثورة الفرنسية اظهرت مواطن ضعف خطيرة ، فقد جلبت هذه الفلسفة افكاراً جديدة - ولو انها قليلة - تتعلق بحياة الفلاحين والعمال الفقراء الذين يكونون غالبية السكان الذين دفعوا الثورة الى الأمام / ولكن عندما تم للثورة جني ثمارها وهي إلغاء القيود الاقتصادية على الملكية الخاصة والكسب المادي اصبح السكان انفسهم هم الغوغاء الذين هددوا وناصبوا العداة للملك والأثرياء / ، واصبح لكل فرد نصيب في شؤون وطنه / كما أصبح العلم والمعرفة واللاهوت افكاراً خطيرة بعد ان كانوا الموضة الرائجة / يمكن رؤية هذا التحول بمقارنة تقاتل جودوين Godwin (١٧٥٦ - ١٨٣٦) بتجهم مالتس Malthous (١٧٥٦ - ١٨٣٦) وصورة الانسان البائس في هذا الوجود .



شكل (١٦١)

منظر لمدينة برمنجهام في النصف الثاني للقرن الثامن عشر .



منظر آخر لمدينة برمنجهام عام ١٨٣٠ بين امتداد المدينة والنمو الصناعي شكل (١٦١ ب)

كان احد عوامل التطور الأساسي في الأفكار التغير الكبير المباشر في الزمن والاعتراف بعامل التاريخ الذي لا يرجع الى الوراء في الشؤون الانسانية ، وتبعاً لطبيعة الحاكمين فإن آراء نيوتون الحرة وقوانينه الطبيعية التي امتدت من المجموعة الشمسية الى الحياة العملية والمجتمع كان يظن انها باقية الى الأبد / كان المطلوب ضرورة اكتشاف ان هذه القوانين يمكن ان تنظم الصناعة والزراعة والمجتمع مرة والى الأبد تبعاً لكل منهم / ان فشل الثورة الفرنسية في اقامة « مجتمع الحكمة » اعطى الفرصة لقيام الرأي الآخر وهو التطور الثوري ، وفي لمحة سريعة خطف فيكو Vico (١٦٨٨ - ١٧٤٤) الفكرة وطبقها على المجتمعات الانسانية في أوائل القرن الثامن عشر واخيراً بوفون Buffon (١٧٠٧ - ١٧٨٨) وايراسمس دارون Erasmus Daroun (١٧٣١ - ١٨٠٢) الذي فكر في ان الكائنات الحية وحتى الأرض نفسها لها تاريخ تطوري / ثم جاء هيغل Hegel (١٧٧٠ - ١٨٣١) ليصوغ هذه الآراء في نظام فلسفي ، واخيراً شارلس داروين (١٨٠٩ - ١٨٨٢) وكارل ماركس Carl Marx (١٨١٨ - ١٨٨٣) في القرن التاسع عشر ليعملنا نتائج الصراعات التطورية في الطبيعة والمجتمع .

## ٨ - ٥ منتصف القرن التاسع عشر (١٨٣٠ - ١٨٧٠)

إذا كان انسان القرن التاسع عشر البعيد النظر قد أدرك مولد الثورة الصناعية فلا بد وان انسان منتصف هذا القرن قد تأثر بها في جميع انحاء العالم /

كان لازدياد وتنوع المخترعات الصناعية الحديثة السبب في التحول الجذري الذي حدث في حياة الملايين من البشر الذين كانوا، يعيشون في الممالك الصناعية، وبسرعة ظهرت مدن جديدة امتلأت بأعداد كبيرة من السكان / وبجانب نمو الصناعة تطورت وسائل النقل وخاصة السكك الحديدية التي كانت تربط مراكز الصناعة وكذلك السفن البخارية التي كانت تنقل المواد الأولية الى المصانع كما كانت توزع منتجاتها على جميع انحاء العالم / وفي الحقيقة وجد القرن الثامن عشر المفتاح الى الانتاج بينا القرن التاسع عشر وجدته في المواصلات ، ولا يوجد وجه شبه لما حدث في هذين القرنين من تغيرات جذرية سريعة في الشؤون الانسانية ، فانيما ظهرت وانتشرت الصناعة قضى على النظم الاقطاعية القديمة وما تشمله من علاقات انسانية واصبحت المجموع الكبيرة عمالاً مأجورين / وترجع كل المنجزات الاقتصادية والسياسية الجديدة الى مجهود الطبقة الجديدة الرأسمالية / وحتى في الولايات المتحدة كان من السهل القضاء على بقايا الاقطاع بمجرد نجاح الثورة الفرنسية عام ١٨٣٠ وحركة الاصلاح عام ١٨٣٢ في بريطانيا واصبح كما قال ماركس الهيئة التنفيذية للطبقة الحاكمة / ولم يكن ضرورياً للاحتفاظ بالامتيازات من سن قوانين خاصة حيث اصبحت الملكيات في امان واصبح العمال يرون ان كل انسان يمكنه ان ينال ما يستحق /

لم يكن تجميع الثروة من الأمور السهلة ولم تكن النعاسة بهذا القدر والانتشار بسبب قيام الثورات الاجتماعية ، وبالرغم من كل هذه الانتصارات الجديدة في عالم المكتننة انتشرت حياة قذرة عاهرة قبيحة لم تعدها أي مدنيات سابقة / في هذا الجو وصل العلم الى ما وصل اليه اليوم من النشاط والأهمية وكما رأينا قبل مجيء هذا القرن اصبح العلم ضرورياً لا يمكن فصله عن الصناعة الجديدة / وخلال القرن التاسع عشر استمرت انتصارات العلم وتمت بسرعة وكلما تم له ذلك اصبح لا يمكن للعلم الاستغناء عن مؤازرة الرأسمالية الوطنية التي اصبحت سائدة في ذلك الوقت /

واذا ما اطلّ عام ١٨٣٠ انتقلت عناصر القوة من الرتب والمقامات الى الاثرياء وحتى ذلك لم يكن ضرورياً / وفي الحقيقة تعدت الثورة الفرنسية حدودها لم واليوم عندما اصبح الوضع مثالياً واصبح الحكم ديمقراطياً دستورياً فمن الضروري مقاومة أي تغيرات سياسية أو حتى أي نقد يوجهه هؤلاء الذين يسيئون استعمال حقوقهم / وفي الماضي كان العلم من العوامل الهامة لاثارة مثل

هذه الانتقادات اما الآن فقد شعر العلماء وغيرهم بأنه كلما ثبت العلم اقدمه فدوره في النقد والاتحاد يجب ان ينحى جانباً .

### المذهب النفعي

كل ما كان ضرورياً في منتصف القرن السابع عشر اصبح مرة اخرى ضرورياً / وهو فصل الأفكار العلمية عن الأفكار الأخرى وعدم تدخلها في الأمور الدينية والاجتماعية وخلق فكرة العلم بالبحث وبذلك يعود للعلم احترامه وهيئته ويستطيع ان ينتعش ويتقدم ويصبح حقيقة نافعة / تم هذا التحول بمساندة جماعة النفعيين وهم خلفاء فلاسفة القرن الثامن عشر تحت قيادة آدم سميث Adam Smith وجيريمي بنتام Jeremy Bentham اللذين كرسا حياتهما للتخلص من تلك الرذائل الموروثة في المجتمع بسن القوانين التي يستطيع بها الرأسماليون المعيشة احراراً / ولأول مرة ونحت الحكم الصارم للنظم الاقتصادية كما صرح ريكاردو Ricardo ( ١٧٧٢ - ١٨٢٣ ) وستيوارت مل J. Stuart Mill ( ١٨٠٦ - ١٨٧٣ ) امكن نشر السعادة على المجتمعات الكبيرة / وفي هذا الوقت ايقنوا وآمنوا إيماناً قوياً بأن القوانين الدائمة للمجتمع كتعاقد الأفراد الأحرار تعاقداً حراً قد وضعت بواسطة العلم وحده وبإيمانهم القوي بأنبيائهم الجدد ابتعد الماؤولون لعصر الرأسمالية الذهبي ليبتنوا كم كانوا على حق / وفي وسط الانفجار الكبير في الانتاج الذي حدث في ذلك الوقت في الفترة بين عامي ١٨٣٠ ، ١٨٧٠ كان للعلم دور صغير ولكنه مؤثروحيوي ٥٤-٥٥ /

كانت هذه الفترة فترة ازدهار للرأسمالية بثراتها المسرف وفقرها المدقع فترة الموائيق كما كانت فترة معرض عام ١٨٥١ / وكما تنبأ ماركس عام ١٨٤٨ فقد خلقت الرأسمالية طبقة العمال المسلوين والتي بقوتها قضت على الحكم الرأسمالي القضاء النهائي / ولكن هذا اليوم كان لا يزال بعيداً بالرغم من ان الصراع من أجل حياة افضل لم يتوقف فالزيادة في الانتاج واتساع حركة التسويق ساعدت الرأسماليين على منح العمال امتيازات رفعت من مستوى معيشتهم .

لم يكن منتصف القرن التاسع عشر فترة تغير جذري في الوسائل التكنيكية بمقارنته بالقرن الثامن عشر ولكنه كان فترة تطور مستمر في وسائل الانتاج على مستوى كبير / وبالرغم من بدء دخول المنافسين حقل الانتاج إلا ان

المزايا التي حصلت عليها انكلترا من خلال الثورة الصناعية ثبتت أقدامها بل وتقدمت أيضاً في هذا المجال. /ولفترة ما كانت انكلترا حقيقة هي مصنع أوروبا/ وكان لرخص اسعار المنتجات وخاصة المنسوجات التي كانت تنتجها الآلات الحديثة السبب في انتشارها واتساع تسويقها بحيث/كان يظن ان ذلك سيستمر اجيالاً عديدة دون حدود/ واستدعى ذلك زيادة الآلات وتحسينها المستمر ولم تكن هناك حاجة ملحة لايجاد وسائل جديدة للإنتاج بقدر ما كانت الحاجة الى طرق ووسائل نقل سريعة. /كان التلغراف أول تطبيق عملي لعلم الكهرباء الحديث/ وأهم من ذلك كان استخدام القوى البخارية في المواصلات كالسكك الحديدية والسفن البخارية ولو ان نصيب العلم في ذلك كان ثانوياً. /

#### نهضة المهندسين

كان كلا الانجائزين متجهاً مباشرة لمجهود مهندسي المهنة الجديدة وهي الهندسة الميكانيكية، وساعد على ذلك وفرة ورخص الحديد وعمليات انصهاره مع الفحم بكميات فاقت بكثير كل العصور السابقة. /كان ظهور المهندس الحديث ظاهرة اجتماعية جديدة، ولم يكن امتداداً للمهندس الحربي ولكنه كان صانع الطواحين وعامل المعادن أيام الحرفيين امثال براماه Bramah (1748 - 1814) ومودسلاي Moudslay (1771 - 1813) وموير Muir (1806 - 1888) وهويتورث Whitworth (1803 - 1887) والعظيم جورج ستيفنسون George Stephenson (1781 - 1848) /

/ كان نمو التطبيقات العلمية في القرن التاسع عشر اسرع من نمو العلم نفسه بحيث تمت هذه التطبيقات وتطورها على ايدي الحرفيين / وفيما عدا الرجال العظام امثال ريتشارد تريفيثيك Richard Trevithick (1771 - 1833) وجورج ستيفنسون وبرونل Brunel (1806 - 1859) استمر هؤلاء الحرفيون في استخدام هذه التطبيقات كأسلافهم/ بطريقة التجربة والخطأ وإحلال طرق تكتيكية متطورة محل ابتكارات ثورية جاءت نتيجة مباشرة للتقدم العلمي / والآلة البخارية بالرغم من تحسينها خلال مائتي عام هي نفس الآلة التي كان يستخدمها بولتون ووات في مصنعها عام 1785 /

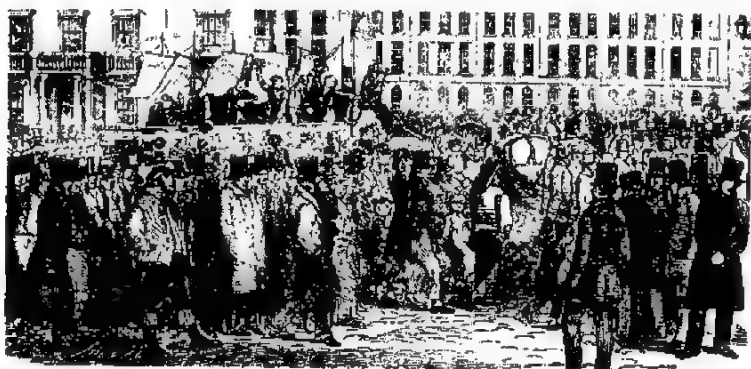
#### السكك الحديدية والسفن البخارية

كانت السكك الحديدية اصلاً من انتاج مناجم الفحم ، ففيها تم أول محاولة

ناجحة لوضع آلة على عجل لصنع قاطرة ، غطت السكك الحديدية بريطانيا في الثلاثينات والأربعينات وانتشرت في أرجاء العالم خلال هذا القرن وادت الى الزيادة الكبيرة في الهندسة المدنية القديمة التي حملت معها الوسائل القديمة للقرن الثامن عشر في انشاء القنوات والطرق والكباري وخاصة الطرق المرسوفة بالمكادام ، ويمكن مشاهدة ذلك في الأعمال العظيمة التي اقامها روبرت ستيفنسون وبرونل ، بدأ اهتمام جديد بعلم الجيولوجيا نتيجة حفر القنوات وانشاء السكك الحديدية التي اظهرت اختلاف طبيعة الصخور في حفر الأنفاق ، وفي نفس الوقت هيأت دخلاً جديداً للعلوم الجيولوجية والجغرافية عن طريق مهمة مسح الأراضي ،

#### التلغراف :

أدت سرعة التحسن في طرق المواصلات بواسطة السكك الحديدية والسفن البخارية الى ضرورة ايجاد طرق سريعة للاتصالات وشدة الحاجة اليها ، الرغبة في ايجاد طريقة سريعة لنقل الأخبار قديمة قدم الانسان ، ويشهد على ذلك التلال المقامة عليها الفنارات ، وبعيداً عن السحر والتخاطر ( التلياسي ) كان هناك قليل من الادراك لتقدير ذلك إلا في حالات الخطر ، وحتى في حالات الحروب لم يتم عمل شيء أكثر من اقامة سيمافورات التلغراف ، اما الوسيلة فاستمرت فترة وهي التوصيل باليد ، وفي عام ١٧٣٧ استخدمت الكهرباء لتوصيل رسائل لمسافة بضعة أميال حيث كان استعمال الكهرباء الاستاتيكية صعباً وغير مأمون ، كان لتطبيق



(شكل ١٦٢)

مظاهرة عارمة تطالب بالديستور تمر في بلاك فيرز عام ١٨٤٨ وقد نادى المتظاهرون بحق الانتخاب والغاء شرط الملكية لمقاعد البرلمان والمساواة التامة والانتخاب بالأقتراع السري ودفع مرتبات لأعضاء البرلمان وكل ذلك يجب ان يشمل « دستور الشعب » ،

٤ ظهور السلك الحديدية واكتشاف ايرستد Oersted لتأثير التيار الكهربائي على البوصلة السبب في ايجاد طريقة رخيصة ومحكمة في وقت كانت الحاجة اليها شديدة وهي اختراع التلغراف الكهرومغناطيسي ،

٥ لم يكن الحافظ الحقيقي لجمع حشد من المخترعين في نفس الوقت امثال مورس Morse وهويستون Wheatstone هو ايجاد وسيلة سريعة لنقل الأخبار الخاصة بالجماهير ولكن لقيمتها المادية واهميتها في نقل اسعار البضائع والمعدات وكذلك الحوادث التي يمكن ان تؤثر على هذه الاسعار ، فالأخبار معناها المال واصبح التلغراف الكهربائي هو الوسيلة لنقل الأخبار بسرعة .

٦ كان تلغراف المسافات القصيرة احد التطبيقات العملية المباشرة للكهرباء ولا يحتاج إلا الى شفرة بدائية ، ولكن الحاجة الى امتداد المسافات وازدياد الأبعاد وسرعة الاتصال كانت هي الأسباب التي اجهدت علماء الفيزياء الى اليوم والتي أدت الى الوصول الى معلومات اساسية واختراع آلات دقيقة حساسة ، وخاصة كابل الأطلنطي الذي يصل وول ستريت بمركز النشاط المالي والتجاري في لندن الذي تم تنفيذه عام ١٨٦٦/بفضل عبقرية عمالقة الفيزياء في ذلك الوقت وليم تومسون ولورد كلفن (١٨٢٤ - ١٩٠٧) وكانت مهمة العلم الكبري ايجاد مدرين يستطيعون استعمال التلغراف وهي المهمة التي اسندت الى المدارس الفنية وأقسام الفيزياء في الجامعات حيث تمت فيها معظم الانجازات الفيزيائية في أواخر القرن التاسع عشر ،

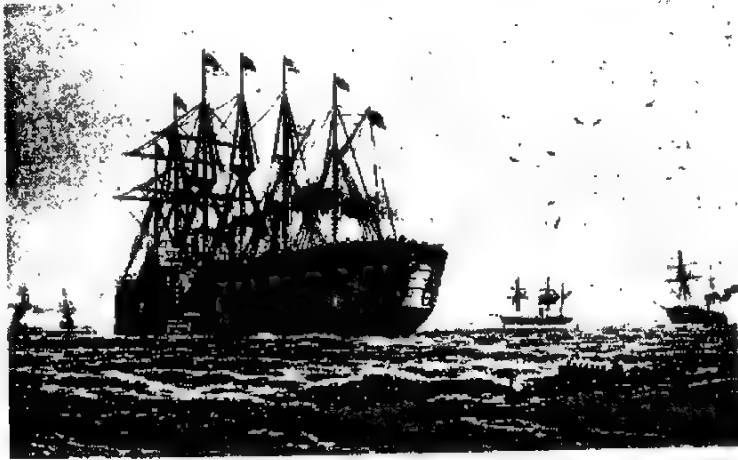
٧ وفي الخمسينات ادى العلم نصيبه ، وفي ذلك الوقت بدأت الصناعات الكيميائية في النمو كنتيجة لحاجة صناعة المنسوجات المتزايدة الى الصودا وحامض الكبريتيك ، واكد اكتشاف صبغة الأنيلين مستقبل الكيمياء العضوية ، وفي البداية اثبت العلم وخصوصاً علم الكيمياء وجوده في تطور الزراعة باستخدام المخصبات الصناعية ١٨٥٤ ، اما علوم الحياة فبدأت ايضاً تجد لها مكاناً خارج مجالها التقليدي وهو الزراعة . فكان هناك باستير Pasteur (١٨٢٢ - ١٨٩٥) يحاول ايجاد وسائل لتحسين صناعة البيرة والنبيذ ، وتم له اول انتصار على المرض وليس مرض الانسان بل المرض الذي كان يصيب دودة القز ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة .

٨ وهنا ولأول مرة يصبح للعلم شخصية مميزة تعتمد على نفسها ، حتى الطب

بدأ يتحرك مع الزمن ويقبل كارهياً المنح من الكيمياء الحديثة كمواد التخدير وفي الحقيقة شكراً للفقر والتكدس وإطلاق الحريات في التجارة عامة وسوء صحة العمال في الممالك الصناعية التي زادت عن أي وقت مضى وكذلك انتشار الأمراض والأوبئة كالكوليرا التي أتت من الشرق نتيجة الوسائل الحديثة للمواصلات / كل ذلك استمر وزاد ووصلت الحالة الى درجة خطيرة هددت حياة الطبقة المتوسطة بحيث أصبحت الحاجة ماسة الى تنظيم صرف مياه المجاري ووضع بعض القيود على الأحياء الفقيرة المكتظة بالسكان ١١١٥ /

### تنظيم العلم

ملأت التسهيلات التي كانت تمنح للعلم وتدرسه / والتي كانت بلا شك توافق مهمته ، الحياة الاقتصادية / وخاصة في انكلترا ، حيث كان العلم يجد المجال الأكبر لتطبيقاته ٨٥٥ / ويمجيء عام ١٨٣٠ قامت مجموعة من العلماء الشبان الانكليز بزعامة شارلز باباج Charles Babbage (١٧٩٢ - ١٨٧١) بمعارضة الحكومة والجمعية الملكية بسبب فشلها في توجيه العلم وجهته الصحيحة ليكون



شكل (١٦٣)

الباخرة الشرق الكبير تضع الكابل الأطلسي في يوليو ١٨٦٥ / وفي هذه المحاولة قطع الكابل ولم يستطع التقاطه من قاع البحر إلا بعد مرور عام / وبذلك تم الاتصال بين انكلترا وأمريكا /



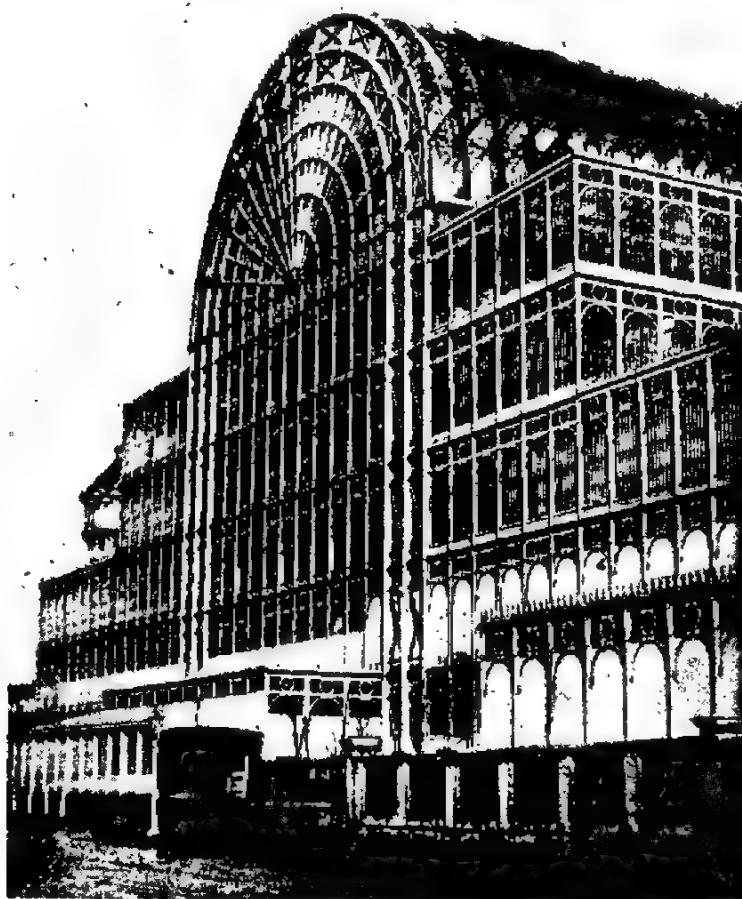
أكثر نفعاً ، وفي كتابه / أضواء على تدهور العلم في انكلترا / أشار باباج الى الجمعية الملكية وذكر انها أصبحت مؤسسة قاصرة على هيئة من الادارين يتحكمون في اختيار الأعضاء الذين لا يفقهون من العلم شيئاً حتى الذين كانوا يرعون ويشجعون العلماء / ولكن الجمعية الملكية سرعان ما استعادت مكانتها بالتدقيق في اختيار الأعضاء وبذلك نجحت في الوصول الى المستوى الذي طالب به باباج ١٣-٤ /

### الجمعية الانكليزية /

كان باباج وأصدقاؤه غير صبورين - ولهم الحق - على استمرار الحالة التي أصبح عليها العلم ، واشرفوا ، على تأسيس الجمعية الانكليزية لتطور العلوم عام ١٨٣١ وهو البديل الذي يمكنه ان يتحدث بالنيابة عن العلماء / وعلى غرار هذه الجمعية قامت زميلتها الألمانية في ألمانيا عام ١٨٢٢ وذلك بمجهود لورنز اوكن Lorenz Oken ( ١٧٧٩ - ١٨٥١ ) وهو احد المتحمسين بين الفلاسفة الطبيعيين ولكنه كان من الأحرار الذين يؤثرون بهم / وقد تنازل عن كرسيه في فيينا عام ١٨١٩ ولم يقبل ان يمثل لأوامر الرقيب على مجلة اريس التي كان يمتلكها / يعتبر لورنز اوكن رسول النهضة العلمية الكبيرة في ألمانيا في منتصف القرن التاسع عشر ١١-٥ /

كانت الجمعية العلمية الانكليزية في طريقها الى النجاح وسرعان ما تحولت الى معهد واصبحت أكثر شهرة من الجمعية الملكية / حيث انها نقلت نشاطها واجتماعاتها الى كل بلد في المملكة المتحدة وكذلك مستعمراتها / كانت لقاءات الأعضاء ساحات للمناقشات والمجادلات بين العلماء في ذلك العصر / وخاصة فيما يتعلق بالصراع بين العلم والدين الذي بلغ أوجه بتلك الحوادث كخطاب هكسلي الى الأسقف ويلبر فورث Wilberforce في اكسفورد عام ١٨٦٠ وحديث تندال Tyndall Belfast عام ١٨٧٤ مقترحين بأن الحياة يمكن ان تنشأ من جسم غير حي / كان هدف هذا المعهد هو أولاً تبسيط العلوم وجعلها في متناول العامة وثانياً تشجيع العلم وتمويل البحوث العلمية وتوجيهها الوجهة الصحيحة وهي المنفعة الوطنية العامة فمثلاً شجعت البحوث في موضوعات الزلازل والمعادن والمغناطيسية والكهرباء والجيولوجيا وعلوم الحياة / تم هذا التشجيع بتمويل خاص منها بدلاً من ان تقومها الحكومات كما كان الحال في البلاد الأخرى / وبحلول نهاية القرن التاسع عشر أصبح الحمل عليها ثقیلاً والمسؤوليات كبيرة ، وفي النهاية تحول

✓ هذا الحمل الثقيل الى المعاهد الأخرى التي انشئت مثل المعمل الفيزيائي القومي /



شكل (١٦٤)

✓ القصر الزجاجي الذي اقيم في معرض ١٨٥١ وبني من الحديد والزجاج في هيدبارك بلندن /  
فكك واعيد بناؤه في سيدنهام عام ١٨٥٢ - ١٨٥٣ وافتتح عام ١٨٥٤ . طوله ١٦٠٨ اقدام  
وارتفاعه ١٧٥ قدماً .

كان من نشاطات هذه الجمعيات العلمية ذات الأثر البالغ الطلب الذي تقدمت به الى فون ليبج Von Liebig (١٨٠٣-١٨٧٣) لكتابة تقرير عن الكيمياء الزراعية الذي وجه انظار الكيميائيين الى المشاكل العملية في انتاج الطعام والتي كانت البداية لمولد علمين جديدين هما كيمياء التربة والتغذية .

اثبتت مثل هذه الحركات الحاجة الى قيام صناعة برجوازية جديدة تحتضن العلم وتستزده من الطبقة العليا والجامعات حيث كان العلم قاصراً عليها في اوائل هذا القرن ، وفي منتصفه نجحت الطبقة البرجوازية في ذلك المضمار واستعاد العلم اهميته واحترامه في المعاهد العلمية .

### الجمعيات العلمية

لم تستطع الجمعيات التي كانت قائمة في القرنين السابع والثامن عشر ان تجاري فيضان المعلومات الجديدة التي اوجدت المجالات العلمية الجديدة . ففي فرنسا وانكلترا واسكتلندا والمانيا وغيرها من الممالك قامت الجمعيات الكيميائية والفلكية والجيولوجية وغيرها من الجمعيات ولكل جمعية جريدتها العلمية ، وفي نفس الوقت بدأ المهندسون في انشاء معاهد تجمعهم .

### العلم في الجامعات

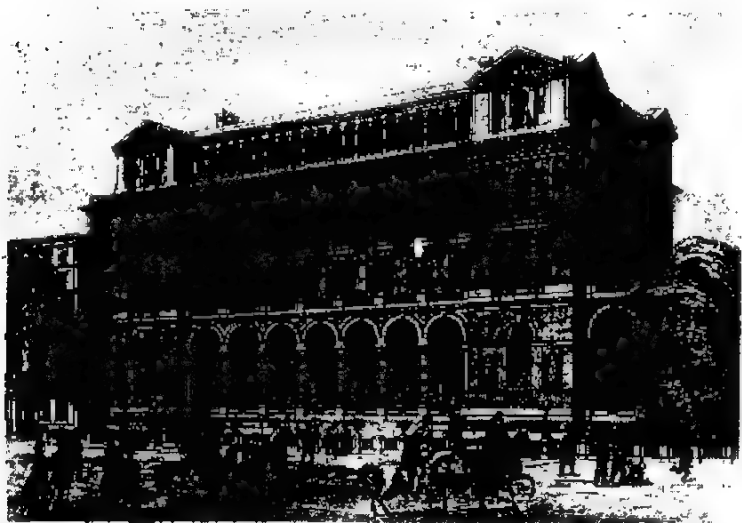
بدأت مقاومة ومعارضة الجامعات في انكلترا وفرنسا للعلم في منتصف القرن التاسع عشر واستمرت هذه المقاومة حوالى مائتي عام ثم بدأت تنهار وتسقط وتم ذلك في انكلترا بانشاء كليات جديدة لم تلبث ان اصحت جامعات . وفي جامعة لندن والمدن الصناعية اصبحت اقسام علمية جديدة الى الأقسام القديمة ١٢٨٥ . بينا كان معظم - ان لم يكن كل - العلماء في أوائل القرن التاسع عشر هواة أو تتلمذوا على ايدي آخرين كدافي وفرداي / اصبحت علماء منتصف هذا القرن اساتذة مرموقين ومشهورين في جامعات المملكة المتحدة / كان المعرض الكبير الذي اقيم عام ١٨٥١ عنواناً لوحدة العلم والاختراع والصناعة مما دعا الى قيام مراكز تعليمية علمية مثل الكلية العلمية الملكية في سوث كنسنتون - وفي فرنسا تمت هذه الخطوة مبكرة عنها في انكلترا بانشاء مدرسة البوليتكنيك ومدرسة النورمال العليا /

كانت المانيا متفوقة في هذا المضمار واحتلت مكان الصدارة في مجال ادماج العلم في التعليم الجامعي ، وفي الحقيقة بدأت الجامعات الألمانية في اعادة تشكيلها في فترة تحرير الأفكار من التحيز والجهل في القرن الثامن عشر / اخذت جامعة

جوتنجن التي تأسست عام ١٧٣٦ بأشراف جورج الثاني في مقاطعة هانوفر القيادية  
في هذا المجال .

وفي العام الثلاثين من القرن الثامن عشر بدأت الجامعات الألمانية تتنافس مع  
بعضها في انشاء كراسي الاستاذية العلمية والمعامل التدريسية ، وكانت جامعة ليبج  
Liebig وجيسن Giessen نموذجين أوليين ، جاءت المانيا متأخرة في النهضة العلمية  
بسبب جهازها الحكومي الأكثر انضباطاً والأقل حرية منه في فرنسا وانكلترا ولكنها  
استطاعت عن طريق المؤسسات ان تنجز ما لم يستطع الأفراد انجازها ، وبحلول  
منتصف هذا القرن استطاعت المانيا تخريج الأعداد الكبيرة من العلماء المدرسين  
وطبع المراجع وعمل الأجهزة العلمية التي زادت عن احتياجاتها والتي امتدت بها  
غيرها من الممالك .

كانت هذه المنجزات السبب في الزيادة الكبيرة التي حدثت في حجم وهيبة  
الأعمال العلمية وبذلك اكتسب العمل العلمي شيئا فشيئا تنظيمياً واحتراماً



شكل (١٦٥)

المدرسة العلمية الجديدة في سوث كنسنجتون وهي الآن جزء من جامعة لندن شيدت عام ١٧٧٢  
من دخل معرض ١٨٥١ .

وأصبحت مهنة العلم مثل المهن القديمة كالمحاماة والطب وبهذا فقد العلم حريته القديمة وكذلك هويته ، ولم يغير العلم من طبيعة الجامعات بقدر ما غيرت الجامعة من طبيعة العلم نفسه ، وأصبح العلماء أقل حماساً في مهاجمة التقاليد السائدة وأصبحوا أكثر تحفظاً وكأجهزة ارسال للتقاليد العظيمة وخاصة في ألمانيا حيث اتحد العلماء مع الحركات التحررية وأصبحوا بعد الفشل الذي حدث عام ١٨٤٨ من المؤيدين الأوفياء للأداة الحكومية ٣٠٥ .

### الطبقة المتوسطة والعلم المبسط

استمر العلم لسنين عديدة حكراً على اعداد مختارة من الطبقة المتوسطة ، وكانوا يعرفون في أوروبا « بالأحرار المثقفين » ، ولم يكن هناك مناص من استمرار تلك الطبقة المحصورة بلونها المعروف في العالم ، وفي منتصف القرن التاسع عشر لم يحتقروا المنفعة وكانوا يهتمون بالحركات الفردية في ذلك الوقت ويؤمنون بحتمية التطور ولكنهم كانوا يترأون من مسؤولية أي نتائج غير سارة أو خطيرة للعلم ، ومع ذلك وبالرغم من ازدياد ثرواتهم ونفوذهم انخفض مستواهم السياسي والاقتصادي ومن ناحية أخرى زاد نفوذ الصناعة والمال اسرع من نفوذ العلم ، بينما كان قادة العلم في القرن الثامن عشر يخالطون ويندمجون مع الرأسماليين في الصناعة ، استطاع القليل من العلماء في القرن التاسع عشر الوصول الى مراكز القوة والمال .

وفي الحقيقة ان العلم خلال غموه وانتشاره في القرن التاسع عشر حاول دخول دائرة الطبقة المتوسطة لكي يكون في خدمتهم وادت مجهودات الكونت رمفورد في بدء هذا القرن الى انشاء معهد للتدريب الميكانيكي وهو المعهد الملكي للعلوم الترفيهية للنبل والأشراف ، خلق هذا المعهد طبقة متعلمة من عمال المعامل المهرة ، وتبع ذلك انشاء معاهد ميكانيكية أخرى ومنها المعهد الذي اقيم في لندن عام ١٨٢٣ والذي تفرعت منه كلية بيركبيك Burkbeck ، لم تؤثر تلك المعاهدة ولا المحاضرات التي كان يلقيها توماس هنري هكسلي إلا على عدد قليل من الطبقة العمالية الجديدة التي اظهرتها الثورة الصناعية ، اما عن التعليم الفني فاستمر بصعوبة في انكسرت وهي مهد الصناعات الميكانيكية ٣٠٥ . اما الذين لم يستطيعوا الحصول على معونة الغير كوسيلة للدخول في زمرة الطبقة المتوسطة اعتبروا العلم والمبتكرات التكنيكية الجديدة وسيلة لحفض الأجور واحداث البطالة .

اما الرؤية التي تحقق فيها للطبقة العاملة من القضاء على النظام الرأسمالي  
المستبد فقد ظهر ظلها أولاً في التجارب الرائدة التي حاولها روبرت أوين وظهرت  
جلية في المنشورات الاشتراكية بقلم ماركس وبعد ذلك في «الكابيتال» ولم يظهر  
النظام الجديد بصلاته وقوته إلا في القرن التالي ٨

## ٨ - ٦ تقدم العلم في القرن التاسع عشر :

سجل منتصف القرن التاسع عشر من الانتصارات العلمية العدد الكبير ،  
بحيث لا يمكن في الصفحات القليلة القادمة إلا سرد بعض انجازاته العظيمة ،  
فقد تطورت علوم الفيزياء والكيمياء والأحياء وتشتعت الى علوم منفصلة  
ومستقلة ، ونمت بحوث عظيمة في كل مجالات الطبيعة والنواحي التكنيكية / ومن  
امثلة ذلك افكار ييكون تلك الأفكار التي كانوا يحلمون بها ولا يستطيعون اداءها -  
يفكرون فيها الآن بعقولهم التي تأثرت بأنظمة القرنين السابع عشر والثامن عشر  
انظمة الملاحظة والتجربة ثم الاحصاء - استمرت البحوث في كل المجالات  
العلمية القديمة في النمو والتعمق والتحليل لإيجاد حلول جديدة عملية لمشاكلها ٨

### انتصارات الكيمياء

كانت الكيمياء هي علم القرن التاسع عشر لأنها كانت أهم العلوم التابعة  
لصناعة المنسوجات والتي كانت أهم الصناعات خلال هذا القرن / كان نحو تطور  
الكيمياء مبنياً على الأسس الجديدة الثورية للنظرية الذرية وسرعان ما استطاعت  
الكيمياء معالجة معظم المشاكل / والمهم ذكره هنا هو ان الكيمياء أصبحت بمرور  
الزمن تغلف جميع المنتجات الصناعية كما ظهرت في الأسواق المنتجات المصنعة من  
قار الفحم كالأصباغ والعطور التي حلت محل المنتجات الطبيعية الغالية الثمن  
والنادرة والتي لم تكن تفي بحاجة الأسواق / وفي فترة التحول من المنتجات  
الطبيعية الى المصنعة انتقل مركز البحوث الكيميائية من موطنها في انكلترا في القرن  
الثامن عشر الى فرنسا حيث قنت واتسعت ثم الى ألمانيا وهي أول الأقطار التي تحقق  
فيها استخدام الكيمياء في العديد من النواحي في الحياة العملية هذا التحول الذي  
سبب النتائج المشؤومة في القرن التالي ٨

### حفظ الطاقة

وسط هذا التطور السريع في العلوم يقف حدثان كبيران كأهم انجازات

القرن التاسع عشر أولهما في مجال الفيزياء وهو قاعدة حفظ الطاقة والثاني في علوم الحياة وهو نظرية التطور / يمثل الانجاز الأول كما سنرى ما حققته مجموعة من العلماء بدءاً من كارنوت Carnot الى هلمهولتز Helmholtz حول اهمية ظاهرة كونية وهي امكان تحول الطاقة من صورة الى اخرى / وفي الحقيقة جاءت هذه الفكرة من دراسة تحول الفحم الى طاقة التي استغلت في استخدام الآلة البخارية منذ فجر الثورة الصناعية ثم صيغت هذه الحقيقة في الغالب الرياضي الذي انبثق منه علم الديناميكا الحرارية Thermodynamics وأول قانون فيه هو حفظ الطاقة اما القانون الثاني فهو تحديد مدى تناولها / كان المقروض ان يكتشف هذا القانون سادي كارنوت Sadi Carnot عام ١٨٢٤ لأن القانون الثاني وليس القانون الأول هو الذي بواسطته يمكن تحديد كمية العمل التي يمكن الحصول عليها باحترق طن من الفحم باستخدام آلة ذات تصميم خاص / وفي هذا الوقت كانت كفاءة الآلات لا تزيد عن ٥٪

٤.٣-٥

/ مهد القانون الأول للديناميكا الحرارية الى قاعدة التوحيد التي توضح أن قوى الطبيعة التي سبق ان اعتبرت منفصلة وهي حركات الأجسام والصوت والحرارة والضوء والكهرباء والمغناطيسية يمكن قياسها بنفس المقاييس التي تقاس بها الطاقة وانها كلها ثابتة لا تتغير / ان صياغة هذا القانون يعيد الى الأذهان القول المأثور لهرقليطس منذ قرون عديدة : / كما أن الذهب ضروري لشراء البضائع كذلك البضائع ضرورية للذهب / وهو في الحقيقة التعبير المادي لمبدأ حرية التجارة الذي طبق في ذلك الوقت / ان مبدأ حفظ الطاقة كان امتداداً عظيماً لمبدأ نيوتون وهو حفظ الحركة ولكن مثله لا يشمل تغيراً مستمراً / اما التغير فيتبع القانون الثاني ولكن في حالة تدهور وليس تقدم لأنه يبين لأي مدى في أية عملية مقفلة تتحد الحرارة والبرودة ويتهيان في فتور تدريجي ولا يمكن الحصول على أي طاقة جديدة منها . /

٤ التطور

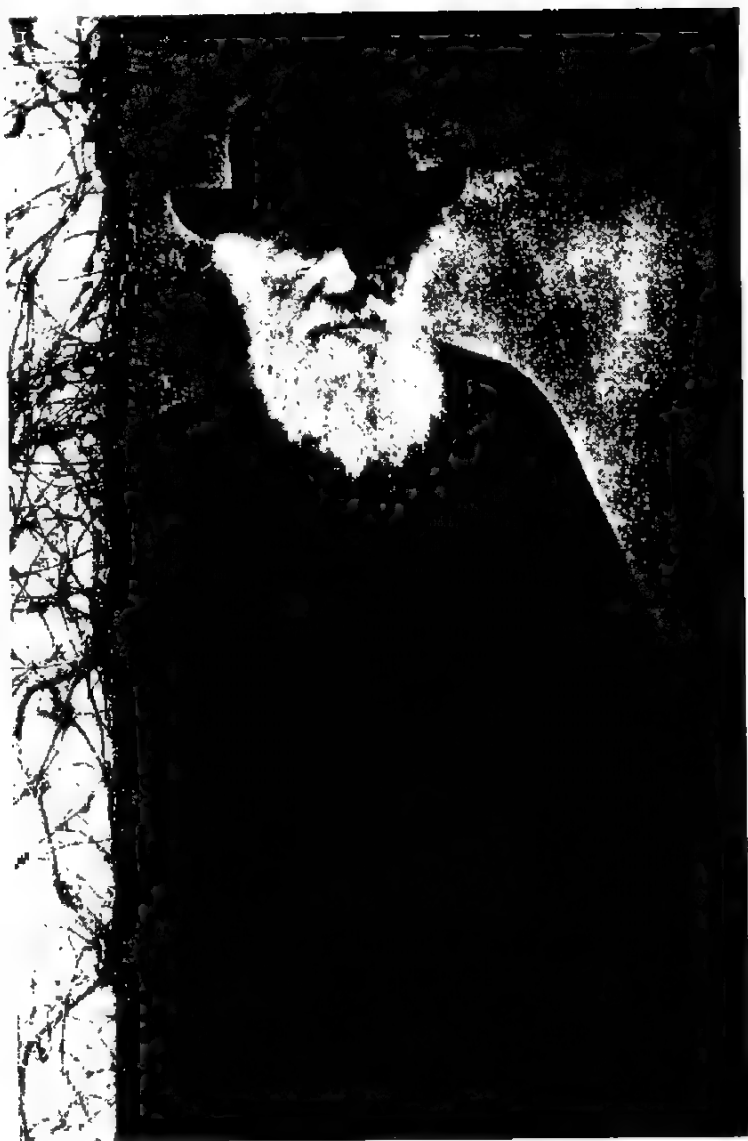
طابق هذا التصور الحياة المتطورة والمتفائلة لبرجوازية القرن التاسع عشر الذين وجدوا في نظرية التطور تطابقاً علمياً وتبريراً لأرائهم / ان فكرة ان الأرض قديمة جداً لم تكن جديدة وسوف نرى انها بدأت في القرن الثامن عشر وتأخرت اثناء التفاعل الذي حدث في أوائل القرن التاسع عشر بسبب التحيز الكهنوتي / وبهذه النظرية تحقق ان الحيوانات والنباتات كانت في الماضي مختلفة كل

الاختلاف عنها الآن والمغزى الطبيعي لهذا التصور ان هذه الحيوانات والنباتات الحالية قد نشأت من تلك الأنواع القديمة / كانت الأدلة التي تثبت ذلك خلال القرن التاسع عشر منسقة من تجارب عصر بناء السكك الحديدية والقنوات / وكان من الصعب الأخذ بتفسيرات أخرى / وفي نفس الوقت اكدت المعلومات الكثيرة التي توصل اليها العلماء عن توزيع وتصنيف الحيوانات والنباتات في العالم ان فكرة الخلق المنفرد اعتباطية وغير مقبولة / ومع ذلك اخذت فكرة التطور أبعاداً عديدة وعملاً شاقاً وجهداً متصلاً لأجيال عديدة من الجيولوجيين والبيولوجيين قبل ان يعلنوها وليستمع اليها العالم ويتقبل نظرية التطور العضوي وما يتبع ذلك وخاصة الفكرة اللاذعة وهي ان الانسان انحدر من الحيوان / كانت هذه النظرية الجذرية الجديدة في حاجة الى الذكاء والقدرة العلمية الخارقة لشارلس دارون Charles Darwin لكي يعلنها في أواخر عام ١٨٥٩ في كتابه أصل الأنواع «Origin of Species»

/ ومنذ ان طرحت نظرية التطور أصبحت محوراً للنقاش العلمي والايديولوجي والسياسي / وقام دارون من غير قصد بهدم المذهب الأفلاطوني في عالم الأحياء كما فعل جاليليو في عالم الجحاد / انجز دارون أشياء أخرى غير اعلانه لنظرية التطور فقد قدم فكرة «الانتخاب الطبيعي» Natural Selection التي قضت على نظريات ارسطو نهائياً / فلا عجب ان علماء اللاهوت الذين ينظرون الى صورة العالم في وضع نهائي ثابت ان تبراوا وتنصلوا منه / اما الصدمة الكبرى فكانت في تصور الانسان وهو الفريد بين المخلوقات ان يكون مجرد قرد متميز ، ومعنى ذلك ليس فقط تحطيم كل المعتقدات الدينية بل ايضاً القيم السرمدية للفلسفة المنطقية / كان من السهل لتلك المعتقدات النهوض ، من كبوتها من تلك الصدمة القوية .

/ كانت فكرة التطور في ذلك الوقت في صراع حاد وسط المعركة بين التقدم والتفاعل وبين ردود الفعل ولقد اوجدت هذه النظرية اصدقاء بقدر ما اوجدت اعداء ، فكانت سلاحاً في ايدي رجال الصناعة الماديين ضد المحافظين العاطفيين من ناحية والاشتراكيين المثاليين من ناحية أخرى / اعطت هذه النظرية نعمة وبركة علمية للمنافسة المفيدة وحقت النجاح لكل مجتهد تطبيقاً للمذهب القائل «البقاء للأصلح» «Survival of the Fittest» . وكلما اكتسبت نظرية التطور ارضاً جديدة ونالت تعظيماً وتحمس الجيل الجديد من العلماء أصبح للعلم نفسه صدى جديد





شارلس دارون (١٨٠٩-١٨٨٢) اخذت له في اواخر ايامه من كتاب فرنسيس دارون «شارلس دارون»  
لندن عام ١٩٠٢.

ولكنه ظل بعيداً عن المحيط الاشتراكي العام (١٥) (١٤) .

حاول اتباع جون ستوارت مل John Stuart و اوجست كومتي Auguste

Comte (١٧٩٨ - ١٨٥٧) وهيربرت سبنسر Herbert Spencer ١٨٦٠ - ١٩٠٣ تحقيق حرية المهن الحرة والاشادة بذكرى القرن التاسع عشر بأنه العصر الذي وجد فيه الانسان أخيراً الطريق الصحيح الذي تحقق بالعلم والمنطق / لم يكن هذا الطريق ممهداً ولا كاملاً بغير عيوب فكان لا يزال هناك بعض العقبات من الماضي يجب التغلب عليها والتخلص منها / وكان يجب المضي قدماً في طريق التقدم ولكن كان واضحاً أن هذا التقدم انما هو امتداد مباشر للحاضر - الاكثار من الآلية والمخترعات وتكديس الأموال ومزيد من وسائل الراحة اكتسبتها الطبقات الفقيرة المستحقة تبعاً لمبدأ الاستغناء عن معونة الغير / اظهر صمويل سميل Samuel Smiles الذي صاغ هذه العبارة في مجموعته عن تاريخ حياة مؤسسي الصناعة الحديثة شعوراً وشهامة تاريخية مميزة اكثر بكثير من سبقوه في هذا المضمار / وبالرغم من انه ينتمي الى مذهب الفردية Individualism إلا انه في أواخر حياته ايقن ان هناك شيئاً ضرورياً غير « الاستغناء عن معونة الغير » يجب ان يتم واصبح نبشراً للتعليم الفني للعاملين ١١٥-٦ .

## ظهور الاشتراكية

ظهر ما نمناه الفقراء كنتيجة للتقدم في « الميثاق » ، والحركات الثورية للقرون الوسطى وتمرد حكومة العامة في باريس عام ١٨٧١ التي جاءت عقب البؤس والتعاسة الناتجة من الحروب والحصار / أما فيلسوفهم كارل ماركس فقد فصل من وعي الطبقات المفكرة المنعمة / ومع ذلك لم يستطع المخلصون منهم ان يغمضوا اعينهم ويسدوا آذانهم عن رؤية وسماع ان هناك شيئاً خاطئاً في قلب ازدهار القرن التاسع عشر / تحركت جموع الفنانين والشعراء والكتّاب للاحتجاج على الرعب الذي تعيش فيه المدن الصناعية وانحطاط الروح الجمالية والتباهي السوقي للثراء / وفي مواجهة ذلك وجد هؤلاء المثقفون أول نصير لهم في محاولة الرجوع الى مثالية القرون الوسطى / ان حركة اكسفورد وكيبل Keble (١٧٩٢ - ١٨٦٦) ورسكن Ruskin (١٨١٩ - ١٩٠٠) وخلفاء روفائيل تمثل أول التفاعلات التي اصبحت في أواخر هذا القرن جزءاً لا يتجزأ من اشتراكية وليم موريس William Morris .



شكل (١٦٧)

المملك: كوفتسوا Cophetua والشحادة ، من رسم السير ادوارد بورن جونز Str Edward Burne-Jones (١٨٣٣ - ١٨٩٨) . نموذج لفن المصور الوسطى قبل روفائيل .

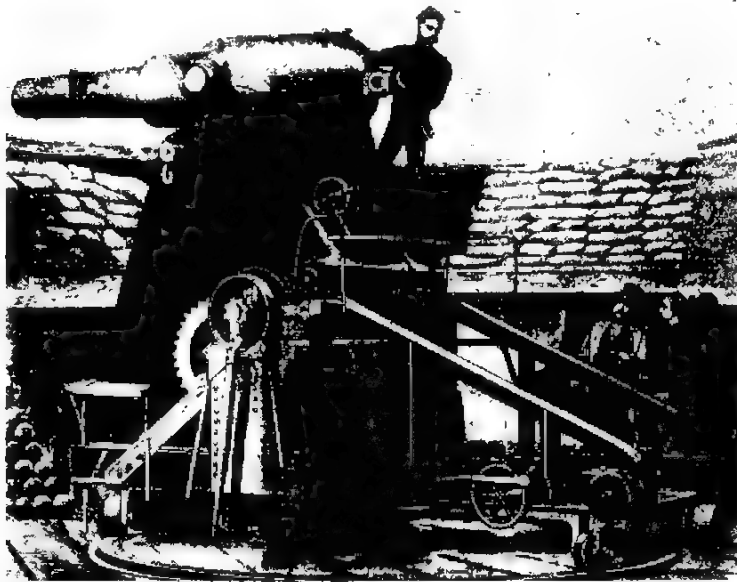
رفض الفنانون والأدباء التصنيع كما رفضوا العلم حيث انهم شعروا - ولهم بعض الحق - انه تميز بالانتاج الآلي وكل ما نتج عنه ٣٩-٥ / ومنذ منتصف هذا القرن حدث انفصال بين رجال الانسانيات والعلماء وهو الشيء الحادث اليوم والذي اصبح خطراً ، وكان تأثيره المباشر عدم وجود تعاون بين فرعي المثقفين والذي بدوره لا يقوم أي نظام بناء للمجتمعات الاقتصادية والاجتماعية / فبينما رجال الانسانيات لا يعرفون إلا المشاعر المؤثرة يتعمد العلماء ببرودهم عدم المبالاة بالفرن والجمال أو العدالة الاجتماعية حيث انها جميعاً بعيدة عن نطاق بحثهم ٢٩-٥، ١١٧-٥ .

## ٨ - ٧ أواخر القرن التاسع عشر

بدأت قرب أواخر الستينات من هذا القرن المرحلة التفاضلية للرأسمالية تقترب من نهايتها / ان الانخفاض الكبير الذي بدأ في السبعينيات كان علامة لمرحلة انتقال بين عصر التجارة الرأسمالية الحرة مع بريطانيا كمصنع للعالم كله وعصر جديد للتجارة الأكثر انتشاراً وتركيزاً على الرأسمالية مع فرنسا وألمانيا والولايات المتحدة تحت شعار حماية الأسواق / كان من نتيجة كثرة الانتاج بسبب الثورة الصناعية ان واجه اصحاب المصانع مشكلة تكديس المنتجات وعدم تصريفها / وفي ظل الرأسمالية لا يمكن اسناد ذلك الى العمال الذين صنعوها / ولما كان استثمار رأس المال محدوداً في داخل الوطن أدى ذلك الى انتاج بضائع تزيد عن المطلوب / ومن ثم الى بحث محموم عن اسواق جديدة في العالم كله / وسرعان ما امتلأت هذه الأسواق بالبضائع المستوردة والنتيجة المنطقية هي امتداد الاستعمار وقيام الحروب الصغيرة تهيئة للحروب الكبيرة التي نشبت في القرن التالي /

وكمرحلة انتقالية من الصعب تحديد ابعادها وخاصة في مجال العلوم ، ولكن من السهل ان نعرف ذلك اذا استعدنا تطور الأحداث لأن التغير تم ببطء وانتظام دون حدوث شيء يوقفه / والذين عاصروا هذه المرحلة لاحظوا ان العلم كان يتقدم بسرعة متزايدة ومع ذلك بدأ الشك يظهر / فيها اذا كان هذا التقدم سوف يؤدي الى مستقبل لا حدود له من التقدم الثمر / واذا نظرنا الى نهاية القرن التاسع عشر نجد ان هذه الفترة نهاية وبداية / فهي من ناحية كانت منحني هادئاً لطريق نيوتن العلمي العظيم ومن ناحية اخرى كانت اعداداً لثورات عاصفة علمية

وسياسية حدثت في القرن العشرين / وفي الصناعة كانت هذه الفترة انتقالية ايضاً /  
 فبينما امتدت الصناعات القديمة ببطء في انكلترا فقد امتدت بسرعة كبيرة في كل من  
 المانيا والولايات المتحدة وتبع ذلك تغير جذري في طبيعتها / فقد أدت المنافسة بين  
 المصانع الصغيرة الى تكوين الشركات الكبيرة التي سرعان ما احتكرت الأسواق  
 خلال القرن العشرين / كان الانتقال والتغير واضحاً في الصناعات المعدنية  
 والهندسية حيث استعين بالعلم مرة اخرى بعد طول غياب / وخاصة في الصناعات  
 الكيميائية والكهربائية الجديدة التي تدين للعلم بفضل وجودها / وينمو هذه  
 الصناعات ظهر لأول مرة رجال امثال كلفن وايسون وسميتز وبرونر / وفي الحقيقة  
 لم يتحول رجال الأعمال الى علماء بل بالعكس تحول العلماء الى رجال أعمال ٣٥٠ /



شكل (١٦٨)

/ طبق العلم والتكنولوجيا في الحرب بتصميم وإنتاج اسلحة أكثر تدميراً وخاصة استخدام الطرق  
 التكتيكية المتطورة في الصناعات الثقيلة . صمم الكابتن الكسندر مونكريف Alexander  
 Moncrieff المدفع الذي ينقل على عربة عام ١٨٦٨ ، وأمكن بذلك ان ينطلق المدفع من أعلى  
 الحاجز ثم يخفضه عن الأعين لملته بالقليفة الجديدة . من أخبار لندن المصورة عام ١٨٦٨ .

ونرى أيضاً لأول مرة استخدام العلم على نطاق واسع في الحروب : القواصات والتوربيدات والمتفجرات الشديدة والمدافع الكبيرة ، وكان هذا ابتداء ميكنة الأدوات الحربية ، كانت أهم المظاهر الصناعية في أواخر القرن التاسع عشر هي الاعلان عن الصلب الرخيص وإدخال الطاقة الكهربائية وكذلك بدأ استخدام الآلات ذات الاحتراق الداخلي التي أحدثت ثورة كبيرة في وسائل النقل في القرن العشرين ، ولا يقل أهمية في نتائجه عن هذه التطورات الصناعية بدء ونجاح استخدام الطب العلمي الذي خفض من نسبة الوفيات التي كانت تسببها الأمراض المعدية والتي سمحت بارتياح المناطق الاستوائية النائية .

### عصر الصلب

جاءت أولى خطوات التطبيقات العلمية لتطوير صناعة الحديد التقليدية على يدي بسمر Bessemer (١٨١٣ - ١٨٩٨) وكان منتجاً ذا عقل مرتب ترتيباً علمياً خارج دائرة الصناعة ، بدأ هذا التطور منذ عام ١٨٥٤ فقد أوضح انه في الامكان صناعة الصلب بكميات كبيرة ويضمن أرخص ، وتم له ذلك في اضيق الحدود حيث ان هذا التحول كان في حاجة الى استخدام حديد ذي درجة عالية من النقاء ، وفي عام ١٨٧٩ استعمل جيلكريست توماس Gilchrist Thomas القرن المبطن المفتوح ، وبه امكن استخدام الفحم ذي الدرجة المنخفضة في النفاوة في صناعة الصلب ، وبذلك ارتفع انتاجه ١٢٤٠٥ ، واهم من هذا في مجال الصناعة هو تغير المركز الجغرافي ومركز الجاذبية للصناعات الثقيلة / باستخدام الأفران المبطنة والمكشوفة أصبحت طبقات خام الفوسفات في اللورين في متناول صناعة الصلب ، وفي عام ١٨٧٠ اتحدت هذه الصناعة مع انتاج فحم الرور خلال النجاح الذي احرزته الصناعات الحديثة في مقاطعة بروسيا في حربها ضد فرنسا /

### ظهور الصناعات الألمانية

ومنذ ذلك التاريخ ظهر مركز آخر في اوروبا لصناعة الصلب لم يلبث ان تطور وفاق ذلك الذي في انكلترا ، وعلى اساس هذا الحديد الصلب ظهرت صناعات جديدة اكثر انتظاماً وارتباطاً بالدولة منها في انكلترا / وبالرغم من ذلك استمرت انكلترا محتملة مركز القيادة بصناعاتها المتعددة بسبب سيادتها على معظم الدول النامية في العالم .

كان التنافس بين الدول في ذلك الوقت ضرورة لا بد منها وكان هذا هو

السبب الرئيسي في نشوب الحروب في القرن العشرين / ظهر هذا التنافس بجلاء في تصدير السكك والمركبات الحديدية والآلات الزراعية والتعدينية لفتح أسواق واكتشاف اراض جديدة / اقتضى هذا اتساع تجارة الملابس وأدوات الحرب الصغيرة والآلات الصلبة / كل ذلك كَانَ عماد الاستعمار في منتصف القرن التاسع عشر / أما ما تبقى من الصلب وخاصة سبائكه الجديدة فقد استخدمت في صناعة السفن الحربية والمدافع الثقيلة /

### الصناعات الكهربائية

وكما رأينا لعبت الكهرباء دوراً حيوياً في قيام ثورة وسائل المواصلات في منتصف القرن التاسع عشر / ان توليد الكهرباء بواسطة القوى الميكانيكية واستخدامها في نقل الطاقة أصبح ممكناً بعد اكتشاف فراداي التأثير الكهربائي وتجربته لايضاح كيفية عمل الدينامو الكهربائي / ولا يرجع عدم استخدام الدينامو لفترة خمسين عاماً لأسباب فنية ولكن لأسباب اقتصادية ٣٠٥ / اعتمدت صناعة منتصف القرن التاسع عشر على التركيز على وحدات القوى كالألات البخارية الثابتة في المصانع والمركبات الحديدية والآلات البخارية للسفن / كانت الوسيلة الوحيدة لنقل الطاقة الى مسافات بعيدة هي نقل الفحم بالبواخر وازدياد ميكنة الصناعات الصغيرة كان من الضروري انتاج وحدات صغيرة لتوليد القوى اصغر من التي تدار بالبخر وكان الحل أولاً استخدام الآلة التي تدار بالغاز / وهي أول آلة عملية تدار بالاحتراق الداخلي وهي التي ادت الى الآلات التي تدار بالزيت والبنزول والتي احدثت الثورة في المواصلات في القرن العشرين /

اثبت المحرك الكهربائي انه وسيلة سهلة تفي بحاجة الصناعة باستخدام وحدات قوى استاتيكية صغيرة / وتوقفت قيمة هذا المحرك على توافر شبكة كهربائية وهذه الشبكة لا يمكن وجودها إلا اذا كانت هناك الحاجة اليها في امور اخرى غير الأماكن الصناعية / هذه الأمور لا بد وأن تأتي نتيجة تطور الخدمات المنزلية / ويمرور الزمن امتدت شبكات المياه والغاز وبعد ذلك اسلاك التلغراف والتليفونات مسافات بعيدة وكان توماس الفا اديسون Thomas Alva Edison (١٨٤٧-١٩٣١) كاتب التلغراف الجريء هو الذي قفز وسبق منافسيه واضاء الطريق باختراعه المصباح الكهربائي /

ومنذ ان اصبحت الكهرباء تولد وتوزع للانارة اصبحت تستعمل لاجساد الطاقة وبذلك تم مولد طريقة جديدة رخيصة عالمية لتوزيع الطاقة التي اصبحت في متناول الصناعة ووسائل المواصلات لم يتم استخدام الكهرباء بكل الامكانيات إلا في القرن العشرين / اوجدت هذه الانجازات الصناعات الكهربائية الثقيلة والتي تختلف عن الصناعات القديمة الصغيرة في انها ابتكارات علمية من بدء نشأتها / كانت هذه الصناعات مرتبطة بالاحتكارات الأخرى في الأعمال الهندسية الكبيرة وكذلك التلغرافات والتليفونات / اما العلم فكان له مجال آخر هام / فقد انشئت المعامل للبحوث الصناعية لم يكن معمل اديسون إلا مخزن غلال وفيه أجرى بعض تجاربه وظهر ضرورة استمرار التجارب لزيادة الانتاج ١٠٢٥.

### الطب العلمي

بينما كانت هذه الانجازات تغير من طريقة اداء الأدوات الميكانيكية الموجودة في ذلك الوقت كان هناك حدث هام بدأ يأخذ مكانه في حياة الانسان هو الطب العلمي / والسبب في تأخر هذا الحدث عن الأحداث الأخرى هو ان تركيب الكائن الحي أكثر تعقيداً وأكثر دقة من تركيب اصعب الآلات الميكانيكية ومن أي تفاعل كيميائي ولذلك جاءت الأسبقية لفهم هذه الآلات والكيمائيات قبل أي خطوة نحو حقيقة جسم الكائن الحي /

بدأ الطب سرّاً غامضاً منذ بدء الحضارة الانسانية ، وبالرغم من التقدم في المعلومات التشريحية والفسيولوجية في العصور القديمة والحديثة لم يستطع الطبيب عمل شيء للمريض غير تخفيف آلامه وتهذئة اعصابه وتشخيص المرض وتطوره / ورغم ان المريض في كثير من الاحيان كان يشفى طبيعياً فإن الطبيب كان يكافأ لعنايته به / كما كانت العقاقير في مجملها تعتمد على وسائل الطب القديم الذي كان بدوره يعتمد على خليط من الطب الشعبي والسحر والجزء الآخر من العقاقير المعدنية القوية التي ادخلها في الطب بارسللس Paracelsus في عصر النهضة ، وفي الحقيقة كانت كلها لا فائدة منها (\*) (١٦) .

تم القليل من وسائل الوقاية الناجحة مثل استعمال الكينين ضد حمى الملاريا والتطعيم ضد مرض الجدري / ولكن جاء ذلك عن طريق الصدفة / وبسبب عدم اجراء التجارب وغيباب النظريات لم يكن ممكناً تعميمها / وكما سنرى بدأت الاكتشافات الطبية باستخدام الكيمائيات في الصناعات البيولوجية مثل صناعة البيرة والبنيد الذي ادى الى اول ادراك ان الأمراض القاتلة مثل الجعرة الخبيثة وداء



الكلب والكوليرا والطاعون تتسبب من الهجوم على جسم الكائن الحي من الخارج / وكذلك معرفة طريقة محاربتها والوقاية منها .

/ ومنذ ذلك الوقت أصبحت مقاومة الأمراض ممكنة / وفي المراحل الأولى أصبح واضحاً ان الانسان نفسه يمكنه من خلال العلم ان يتغلب على ما كان يعتقد انه القدر الأعمى الحفود أو العناية الألهية الغامضة الخارجة عن ارادته / وفي هذا فقط اثبت العلم وجوده / ومع ذلك اظهرت هذه التطورات العظيمة في العلوم الطبية الحديثة مدى فقر المستعمرات وانخفاض المستوى الصحي للأوساط الصناعية التي ساندت وارتكزت عليها المدنية التي تظهر غنية وقوية ولكن على السطح فقط / ان اسباب تفشي الأمراض ليست كامنة في الجراثيم نفسها ولكن في الظروف والأحوال التي منحتها الفرصة لكي تنمو وتتكاثر وتنتشر ولم يوقف خطرهما لا الأمصال ولا الفكسينات فأصبحت وباء مستوطناً حتى في المجال الاقتصادي نفسه .

#### / التسابق على الاستعمار

بانتضاء القرن التاسع عشر ركزت أوروبا الصناعية عيونها على مناجم الفحم في البلدان الواقعة حول بحر الشمال التي زاد عدد سكانها بحيث أصبحت لا تستطيع الاعتماد على نفسها لقلة مواردها وأصبح ضرورياً استيراد كميات كبيرة من الغذاء والمواد الأولية من شرق أوروبا وخاصة روسيا وكذلك أمريكا / كان هذا هو السبب الذي أدى الى تطور طرق الزراعة وطرق حفظ ونقل المواد الغذائية / وبالرغم من ان هذا التطور في طرق الزراعة لم يزد غلة الأرض إلا انه في الحقيقة زاد من نصيب الفرد / كان من السهل تطبيق ذلك في البلدان الواسعة المفتوحة ذات العدد القليل من السكان كأمريكا وليس في الدنيا القديمة حيث لا يزال الاقطاع مسيطراً على القرى في شرق أوروبا وآسيا .

/ ان ادخال الآلة في الزراعة واستخدام السكك الحديدية والبواخر في النقل البحري غير العلاقة بين الانسان وموارد الطعام تغيراً جذرياً / وقبل ذلك حتى بعد انجازات القرن الثامن عشر كان ٨٠ - ٩٥٪ من الطعام المنتج يستهلك في مكانه اما ما تبقى وهو ٥ - ٢٠٪ فكان يستهلكه عمال المدن والقلة الغنية / استطاعت الممالك التي كانت تعيش على التجارة كهولندا في القرن السابع عشر أو على الصناعة كبريطانيا في القرن التاسع عشر ان تحافظ على عدد كبير من سكان المدن

✓ يجلب ملايين من الفلاحين من جميع انحاء العالم للعمل في مزارعهم الصغيرة الخاصة وباستخدام الميكنة الزراعية تضاعفت فئة العمال الزراعيين ولكنهم امدوا المدن بكميات خيالية من المنتجات الزراعية ، وفي أول الأمر اقتصر ذلك على الحبوب ثم امتد الى اللحوم والأسماك وباستعمال الثلجات والتعليب اقتضى الأمر القيام بالبحوث العديدة في الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة /

✓ ان طرق استخدام الميكنة وخاصة في الأراضي البكر يشبه تماماً مغامرات الكشف عن المناجم التي انتشرت في ذلك الوقت ولكن كان للتوسع في تطبيقها آثار ضارة كثيرة فباستعمال المخصبات امكن تعويض الأرض جزئياً عما تفقده بسبب انبعاثها واستغلالها ولكن فتح ذلك الطريق الى التعرية المدمرة للأرض في القرن التالي /

✓ وفي اكتشاف الأراضي شرقاً وغرباً واستغلالها أولاً في الزراعة ثم في الصناعة بفضل استخدام الصلب في صناعة الآلات الزراعية وطرق المواصلات استطاعت الدول القديمة استثمار رؤوس اموالها احسن استثمار / اختلفت نهاية هذا الاستغلال في الشرق عنها في الغرب / كان شمال القارة الأمريكية منذ اكتشافها مستعمرة برجوازية وكانت هذه الطبقة حتى قبل الحرب الأهلية تنمي رؤوس اموال سكانها فازداد ثراؤهم باستغلال موارد القارة الأصلية وبأيدي وسواعد عشرات الملايين من المهاجرين الفقراء من أوروبا وفأقت ثروات ديوبونت Dupont واستور Astor وروكفلر Rockefeller ومورجان Morgan وامثالهم ثروات زملائهم في أوروبا وزاد نفوذهم وبذلك حولوا الولايات المتحدة الى قلعة الرأسمالية /

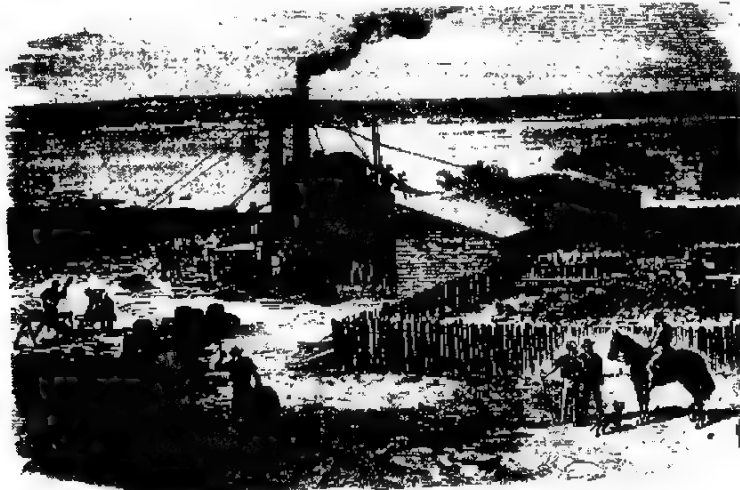
✓ ومن ناحية اخرى ادى حكم الفرد المطلق في روسيا وبقايا الاقطاع بالاضافة الى استغلال رؤوس الأموال البريطانية والفرنسية والألمانية الى تأخير النمو والتطور فترة من الزمان ولكن بعد زوالهم نتيجة الثورة اصبح الطريق مهداً لقيام أول دولة اشتراكية /

✓ وفي الشرق بقيت الهند والصين دولتين مستغلتين الأولى بطريق مباشر اما الثانية فبطريق غير مباشر / وسمح لدولة واحدة وهي اليابان بأن تكون نموذجاً للدولة الرأسمالية المتحضرة / مبتكرة كل النماذج المدنية والثقافية الغربية بما في ذلك العلمية ولكنها استخدمتها لتنشئ على اسس اقطاعية دولة عسكرية فقيرة غير مكبوتة العواطف ٣١-٥ (١٧٠) /



شكل (١٦٩)

أول تجربة للمركبة الكهربائية كانت مركبة ورنر سيمنز Werner Siemens الكهربائية عرضت في معرض بريطانيا عام ١٨٧٩ وكانت تسير على قضبان ، أدت هذه التجربة الى اختراع الترام ثم السكك الحديدية الكهربائية .



شكل (١٧٠)

أدت صعوبة المواصلات الى تلف كثير من المنتجات الغذائية في العالم ، في هذه الصورة قطعان من الأغنام يستخلص منها الشحم فقط . كانت المسافات شاسعة بين استراليا والقارات الأخرى ولم يكن من الممكن حفظ اللحم فأصبح عديم القيمة ، من اخبار لندن المصورة / ١٨٦٨

## ٨ - ٨ العلم في أواخر القرن التاسع عشر

في هذه الفترة القصيرة والمزدحمة بالانجازات العلمية مثل نهاية القرن التاسع عشر لا يتوقع المرء حدوث كثير من التطورات في المسائل النظرية الهامة / ففي العلوم الفيزيائية كانت هذه الفترة فترة انتقال بين التقدم العظيم الذي تم في أوائل القرن التاسع عشر وبدأ التحقق من نتائج بحوث من نوع آخر تلك البحوث التي ادت الى التطور المتفجر في القرن العشرين / وفي مجال علوم الحياة بدأ مجال جديد وهو دراسة الميكروبات والاقتراب من فهم المسائل الفسيولوجية على اساس فيزيائي كيميائي .

### / النظرية الكهرومغناطيسية للضوء

كان الانجاز الأكبر الذي تم في مجال الفيزياء في هذه الفترة هو صياغة ماكسويل Maxwell للنظرية الكهرومغناطيسية للضوء / هذه النظرية ضمت معا في نظرية شاملة نتائج جيلين من التجارب والنظريات في مجالات مختلفة للفيزياء وهي الكهرباء والمغناطيسية والبصريات ، وأعطت لهم صياغة رياضية بسيطة / ولو أن هذه الصياغة نصير للفيزياء الرياضية إلا انها تعتمد في اثباتها على انشاء وحدات كهربائية دقيقة الأمر الذي تطلب إقامة صناعة كهربائية متطورة / ومن ناحية أخرى أرست معدلات ماكسويل الأسس النظرية لمستقبل الهندسة الكهربائية وهي من الأمور المعقدة ذات التأثير المتبادل بين النظرية والتطبيق /

/ كانت النظرية الكهرومغناطيسية تنبئاً للانجازات التي كان يحلم بها فردي بان هناك ارتباطاً بين كل قوى الطبيعة وبإضافة ذلك الى قوانين الديناميكا الحرارية تكون الفيزياء قد انجزت كل شيء يتعلق بها ، وهي الفكرة التي تحطمت ببساطة في القرن العشرين ، وكانت هي البداية للفكرة الأساسية وهي ضرورة وجود الموجات الكهرومغناطيسية نظرياً والتي اثبت وجودها عملياً هيرتز Hertz وادى ذلك الى استخدامها في صنع التلغراف اللاسلكي وكل ما يمكن ان ينتج عنه .

### / الجدول الدوري للعناصر

وفي الكيمياء شملت هذه الفترة تعميماً اساسياً وهو الجدول الدوري لمندليف الذي وضعه عام ١٨٦٩ وظهر في الوقت الذي كان يجب ان يوضع فيه

حد لوجود انواع عديدة من المواد وإيجاد تفسير كامل لرأي جديد عن المادة وهو انها تتكوّن من عدد لا يتغير من الذرات ولكن في تجمع مؤقت لعدد قليل من الجزيئات الأساسية يمكن لها التغير والتحول / كان مندليف هو كوبرنيكوس النظرية الذرية أما جاليليو ونيوتون فسيأتيان بعد ذلك .

وفي الكيمياء العضوية قضى على الفوضى الناتجة من عدم قبول النظرية الذرية وفي نفس الوقت تم تطور عظيم وسريع في معرفة تركيب المواد الطبيعية وامكان تصنيعها وتوليفها / وبنهاية هذا القرن اصبحت البحوث الكيميائية جزءاً لا يتجزأ من الصناعات الكيميائية الجديدة والتي وصلت الى قمة انتصارها بتوليف الأصباغ ثم العقاقير / تكاثر عدد الكيميائيين بحيث اصبحت يمثلون اكثر من نصف عدد المشتغلين بالعلوم .

### معامل الأبحاث

استدعى الاستغلال الكبير للعلم والعلماء الى التوسع في تدريس العلوم



شكل ( ١٧١ )

معمل الكيمياء في مدرسة الكيمياء بجامعة لندن عام ١٨٤٦ / من لندن المصورة ( ١٨٤٦ ) .

وانشاء المعاهد العلمية ، وكانت أول هيئات مبتكرة تقام هي معامل الأبحاث الصناعية التي نمت نمواً بطيئاً وكانت ملحقة بالمصانع أو امكنة الاختبار للمختبرين الذين انقلبوا الى رجال اعمال مثل سيمز وايديسون ، ونمت أيضاً المعامل الجامعية بسبب استغلال الاكتشافات العلمية الجديدة التي تعني الحاجة الى مزيد من الوظائف العلمية مما جذب الى الجامعات مزيداً من الطلاب ، وبالرغم من معارضة الكثيرين فقد اعتمدت الأكاديمية العلمية على النجاح الذي احرزه العلم في الصناعة ومع ذلك ترك الدور الأكبر للهواة ليتمتعوا بالحرية ما داموا يحترمون الحدود التقليدية في السياسة والدين /

### سيادة العلم الألماني /

كانت الزيادة الكبيرة في عدد الجامعات ومعامل الأبحاث العلمية من نصيب ألمانيا ففيها انشئ العديد من المعاهد الصناعية الأمر الذي جعل ألمانيا تسود العالم في المجال العلمي في أواخر القرن التاسع عشر / اما انكلترا وفرنسا فقد حاربا هذا الاتجاه بدافع من تقاليدهما / تفوقت اللغة الألمانية واصبحت اللغة العلمية العالمية / اما العلماء الألمان فكونوا لهم امبراطورية غزت شمال ووسط وشرق اوروبا كما انهم نشروا نفوذهم على العلم في روسيا وامريكا واليابان واصبح العالم الألماني هو النموذج الذي يحتذى به في جميع انحاء العالم / وككل مثقفي ألمانيا سالم العلماء تحالف الاقطاعيين العسكريين والرأسماليين الذين كانوا يحكمون تلك الدولة الفتية الصناعية النامية / كان هذا الوفاق والأخلاص اشارة الى الخطوة التالية وهي تطوير العلم وجعله في خدمة الدولة في الأمور العسكرية . /

### الركود الكبير /

كانت نهاية القرن التاسع عشر شبيهة ببدايته / فقد اتسمت برد فعل الفلاسفة الذين كانوا يحاولون الحد من انتشار العلم والتقليل من شأنه / ولكن بينما كانت البداية رد فعل مباشر موجه الى آثار الثورة الفرنسية / كانت النهاية ردود فعل املتها ادراكات قلقة لثورات اجتماعية قادمة / بالرغم من الثروات العديدة التي تجمعت نتيجة عمليات التصنيع والتي اعتمدت كثيراً على الأنجازات العلمية وبالرغم من المستقبل الذي كان يبشر بانجازات اخرى جديدة زادت توترات المجتمع بدلاً من تحقيقها / ولم يكن في الاستطاعة انكار

الشعور بالاحباط والضياع بين صفوف المثقفين لم شعور بنهاية القرن الذي كان حقيقة مؤكدة لم وظهر وخاصة في اوروبا بأن الاشتراكيين الماركسيين مزودون ببديل احسن للطبقة العاملة في الصناعة لم وهنا كان التأثير الأكبر على الحركة الفلسفية لم ولكن لعدم مبالاة انكلترا وامريكا التقليدية للفلسفة كانتا غير محصتين . /

كانت هناك عودة من مبدأ الأيمان المطلق والمادية المتفائلة التي سادت منتصف هذا القرن صوب فلسفة ماك Mack ( ١٨٣٨ - ١٩١٦ ) الوضعية واستوالد Ostwald ( ١٨٥٣ - ١٩٣٢ ) ، وتحت رداء تطهير العلم من تعقيداته العقلية غير الضرورية ازيلت المادية وحلت محلها مجموعة من المشاعروا الخيالات المريحة . / هذه الفلسفة وغيرها من الفلسفات كفلسفة برجسون Bergson ( ١٨٥٩ - ١٩٤١ ) ووليم جيمس William James ( ١٨٤٢ - ١٩١٠ ) وكلها تحاول ابعاد حفرة الثورة عن العلم والسخرية من أي فكرة يمكن ان تؤدي الى تطور جوهري في مصير الانسانية/ولجعل الثورة مقبولة من الهيئات الدينية والحكومية . /

وفي الحقيقة كانت هذه الفلسفات اعراضاً لاستيعاب العلم كنتيجة لنموه التكنيكي الذي اصبح لا غنى عنه في الصناعة الرأسمالية لم كانت المنح المجزية والتشجيع المادي على العلماء والسماح بالتخصصات الدقيقة والتوزيع العادل للألقاب السبب في تغير سلوك العلماء واتجاههم نحو العلوم البحتة لم أدت الزيادة الكبيرة في عدد العلماء الى تقوية هذا السلوك والتهرب من مسؤولياتهم وبنهاية هذا القرن قل عدد العلماء الأحرار اما الغالبية منهم فكانوا يتقاضون رواتبهم من الجامعات أو الحكومات واكثر من أي وقت مضى استوعبوا عقلية الطبقة الحاكمة . /

الى اي مدى اعاققت هذه النزعات تطور العلم ؟ / سيبقى هذا التساؤل محيراً لا يمكن الاجابة عليه بسبب الزيادة الكبيرة التي تمت في مجالات العلم بكل اشكاله ، والتي فاقت الى حد كبير هذه النزعات لم ولكن كانت هناك بعض الأحداث المعوقة التي برزت نتيجة البحث والتطور في بعض فروع العلم ٣-٥ . / كان يمكن انجاز كثير من الموضوعات التي تمت في أواخر هذا القرن قبل ذلك بعشرين عاماً أو اكثر لم ان المحاولات التي ذهبت سدى في تهذيب النظريات القديمة كانت كافية لظهار النظريات الجديدة وخروجها الى منطقة الضوء لم ربما

١ قيل بأن هذا الرأي كان دخلياً على العلم في ذلك الوقت ، والبعض يقول ان ذلك قائم حتى اليوم ولكن لا شك ان الحركات العلمية المنظمة التي حدثت في منتصف القرن السابع عشر وأواخر القرن الثامن عشر ومنتصف القرن التاسع عشر قد تلاشت الى ان جاءت فترة الاضطرابات للقرن العشرين حيث ظهرت مرة اخرى بكل قوتها وعنفوانها .

٢ ينهي هذا بيان الانجازات العلمية الكبيرة التي تمت في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر اما التقدير العام لهذه الانجازات في هذه الفترة الهامة فسنرجئها الى نهاية الفصل التاسع بعد دراسة بشيء من التفصيل التطور في العلوم المختلفة .

\* \* \*



## الفصل ٩

### تطور العلوم في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر

#### ٩ - ٠ مقدمة

بحلول القرن الثامن عشر لم تصبح العلاقات التي كانت تربط العلم بالمجتمع مجرد وحدة واحدة تتابع مع الزمن / كان من الضروري ان تبدأ بهذه العلاقات حيث انه بدونها يبقى تاريخ العلوم مجرد سرد للأحداث / وفي الحقيقة ان هذا التتابع نفسه يخفي بين طياته الارتباطات الداخلية بين علوم معينة والتي استمرت طوال هذه الفترة / وفي كل علم من العلوم اعتمدت دراساته وتطوراته على عوامل خارجية واخرى داخلية / تشمل العوامل الداخلية حقائق الطبيعة الصلبة / طبيعة المادة ومجريات وطريقة تطورها / اما العوامل الخارجية فهي القدرات التكنيكية والاجتماعية والاقتصادية / هذه العوامل بالرغم من انها ربما لا تحدد ما هو ظاهر إلا انها قاطعة في تحديد متى وكيف تمت بعض الأحداث الجديدة في تجمعات العلم التقليدية / ولكي نفهم جيداً كيف حدث ذلك يجب تتبع تاريخ العلم بالتفصيل مع ادراك اوسع ومعلومات اغزر عما تعودنا عليه الى الآن / انا لا اطالب تطبيق ذلك هنا ولكن سأحاول ان اضرب بعض الأمثال لأبين طبيعة العلاقات بمعالجة الخطوط العامة لبعض مجالات العلم في القرنين الثامن والتاسع عشر /

/ اما المجالات التي اخترعتها فهي الحرارة والطاقة (٩ - ١) والهندسة والتعدين (٩ - ٢) والكهرباء والمغناطيسية (٩ - ٣) والكيمياء (٩ - ٤) والبيولوجيا (٩ - ٥) ، وفي الجزء الأخير من هذا الباب (٩ - ٦) حاولت جمع مواد هذا الباب والباب الذي قبله واستنتاج النتائج التي يمكن استخلاصها من

تتابع الزمن والمواد / اما اختيار الموضوعات فقد تم من اجل استنتاج ملامح الفترة الانتقالية بين القرنين الثامن والتاسع عشر من علوم يغلب عليها الصبغة الأكاديمية الى علوم تلعب دوراً رئيسياً في الحياة الاقتصادية / وفي جميع هذه الموضوعات باستثناء الثاني يشمل كل منها مثل أو مثلين لتطبيقات اقتصادية هامة ، ترتبط باكتشاف علمي اساسي / يشمل الجزء الأول تاريخ الآلة البخارية والمحاولات التي تمت لزيادة كفاءتها والتي أدت الى اكتشاف قوانين حفظ وتحولات الطاقة / والجزء الثاني هو في الحقيقة امتداد للأول وتم فيه صناعة الآلات والمكينات التي تعمل بالبخار والتي ادت الى تحسين طرق التعدين والاكتار من استخراج المعادن والتي أدت الى عصر الحديد والصلب / لم يحدث في هذه الفترة إلا بعض الانجازات العلمية حيث كان طلب العلم قليلاً / ترجع اهمية دراسة الهندسة الى انها أولاً تبين كيف ان التطورات التي حدثت في المجال الميكانيكي انما تمت بأيدي عمال بسطاء وثانياً كيف كان الاتقان في الصناعات المعدنية اساساً للعلم والصناعة / وفي تاريخ الحديد والصلب يجب التأكيد على اهمية التطورات التكنيكية والاقتصادية التي انجزت بفضل معلومات علمية قليلة /

/ في الجزء الثالث من هذا الباب الخاص بالكهرباء نجد شيئاً مختلفاً وهو دراسة التحولات في موضوع علمي بحث وقليل الأهمية من الناحية الصناعية ، وفي نفس الوقت يبين كيف ان تطبيقات الميكانيكا الرياضية التي انبثقت خلال القرن السابع عشر في مجال غير منظر مكنت في القرن التاسع عشر من خلق نتائج ذات أهمية نظرية كبرى / تشبه الخطوات التي ادت الى نظرية الضوء الكهرومغناطيسية الخطوات التي أدت الى نظرية الجاذبية لنيوتون ، وهي تمثل في حقيقتها الغرض الهام الثاني لوحدة القوتين وهي التي اعطت للقرن التاسع عشر سماته النهائية /

/ يحكي الجزء الرابع تطورات العلم في القرن الثامن عشر والتي ادت الى ظهور علم الكيمياء كعلم كمي اساسي منطقي بعد ان كان موزعاً بين الفلسفة التجريبية العمياء وكيمياء القرون الوسطى الصوفية / تعتبر ثورة الهواء المضغوط بالاضافة الى انجازات بريستلي ولافوازيه اكثر امتداداً للعلم خارج حدوده التقليدية في أيام الاغريق / ترجع اهمية العلم في تاريخ البشرية الى حقيقة انه كان أول من دخل الى حياة الانسان بطريقة مباشرة نافعة وذلك في الصناعات

الانتاجية الأساسية / ان العلاقة المباشرة بين الكيمياء وصناعة المنسوجات والانتقال من صناعة مزيلات الألوان والأصبغ الى المرقعات والعقاقير هو الموضوع الذي شجع ظهور الكيمياء العضوية في القرن التاسع عشر /

واخيراً في الحقل المتسع للعلوم البيولوجية حاولت التقاط خطين أو ثلاثة من التي كانت السبب في تقدمها / وهنا نجد من ناحية ان التركيز على الزراعة والطب أدى الى ظهور علم الأحياء الدقيقة ( الميكروبيولوجيا ) وكذلك نظرية باستير للميكروبات المسببة للأمراض / ومن ناحية أخرى ظهر الجدل العاطفي حول مشكلة الخلق الذي قاد من خلال المعلومات الجيولوجية والبيولوجية الى نظرية التطور / ولا شك انه من مجموعة الانجازات العلمية التي تمت خلال القرن التاسع عشر بما في ذلك ما تم في العلوم الفيزيائية / تقف نظرية التطور في المكان الهام الذي وقفته نظرية كوبرنيكوس - جاليليو في انزال الأرض عن عرشها في وسط الكون - وهنا وجد الانسان مكانه على هذه الأرض / وبقبول الانسان فكرة التطور وانه ليس إلا حيواناً متطوراً استطاع ان يدرك كيف اختلفت عمليات تطور المجتمع والحضارة عما كانت عليه ايام اسلافه القدماء ، والتي صنعت منه انساناً / بقبول نظرية التطور انقطعت نهائياً الصلة بصورة ارسطو للكون ولكن بقي ان تحمل فكرة عالم في صنع الانسان بدلاً من عالم سماوي تنظمه العناية الإلهية / وهو عمل ليس من السهل ادراكه في المجتمع الرأسمالي /

/ اذا ركزنا الاهتمام على الانجازات العلمية الأساسية لهذا القرن اجد نفسي مضطراً لتبسيط الصورة وترك التفاصيل التي تحتاجها الدراسة الدقيقة الشاملة / ولا يمكن تصور ان هذه الصورة المبسطة تختلف كثيراً عن هذه الدراسة الشاملة / فمثلاً لم اذكر إلا القليل عن التطورات الكبيرة التي تمت في علم البصريات في أوائل القرن التاسع عشر وتشمل اكتشاف الاستقطاب والنشئت في الضوء والتي أدت الى عودة نظرية الموجات الضوئية والمطياف والتحليل الطيفي / هذه التطورات امدت العلوم الأخرى بعدد من الآلات التي طورت بدورها علوم الكيمياء والفلك ومهدت الطريق الى معرفة بناء الذرة ، في القرن التالي / ان سرد حكاية البصريات توفر امثلة لبيان التأثير المتبادل بين العلم والعوامل الاقتصادية/ حتى في القرن التاسع عشر/ قبل ظهور السينما والتلفزيون وليس هناك مكان لسردها هنا / سوف تبين المناقشات في كل من الأجزاء القادمة انواع التفاعلات التي تشمل تلك المجالات التي لم تعالج هنا . /

## ٩ - ١ الحرارة والطاقة

كانت دراسة الحرارة وتحولها الى الصور المختلفة من أكبر المنجزات العقلية الذكية وايضاً من العوامل التكنيكية والاقتصادية الهامة التي اثرت على تطور المدنية الحديثة . وفي البداية كانت هذه الدراسة امتداداً لمشاهدات الطبيعة والشعور بالحرارة والبرودة ، وعمليات الغليان وتغيرات الطقس . كان هناك الكثير من الأفكار حول الحرارة تتعلق بكل من الحياة والنار وكذلك بالأعمال العنيفة .

وتبعاً للأساطير اليونانية القديمة ارجع الفلاسفة الأيونيون اسباب الحرارة والبرودة الى تطور الكون - الحرارة تمدد وتبخر والبرودة تجمد وتصلب . وفي ارضاده الجوية ثبت ارسطو مبدأ الحرارة والرطوبة وهما مع الرطوبة والجفاف تميز العناصر الكنسية الأربعة وهي النار ( ساخنة جافة) والماء ( بارد رطب) والهواء ( ساخن رطب) والأرض ( باردة جافة ) .

كان هذا المذهب وهو دمج الكيمياء مع الفيزياء قديماً ومنقوشاً في عقول البشر منذ أقدم العصور في الصين والهند كما هو في أوروبا . اما المذهب المعارض فكان هاماً وخاصة في مجال الطب ايدته التجارب على الحمى والقشعريرة . وفي الحقيقة جاءت فكرة قياس درجات الحرارة من الطب ، كانت الحرارة والبرودة تقسم الى أربع خطوات أو درجات : الخطوة الأولى ملموسة اما الرابعة فمميّنة . وكان الغرض من عقاقير الدرجة الأولى والثانية هو تصحيح المزاج ومن هنا جاءت فكرة درجة الحرارة .

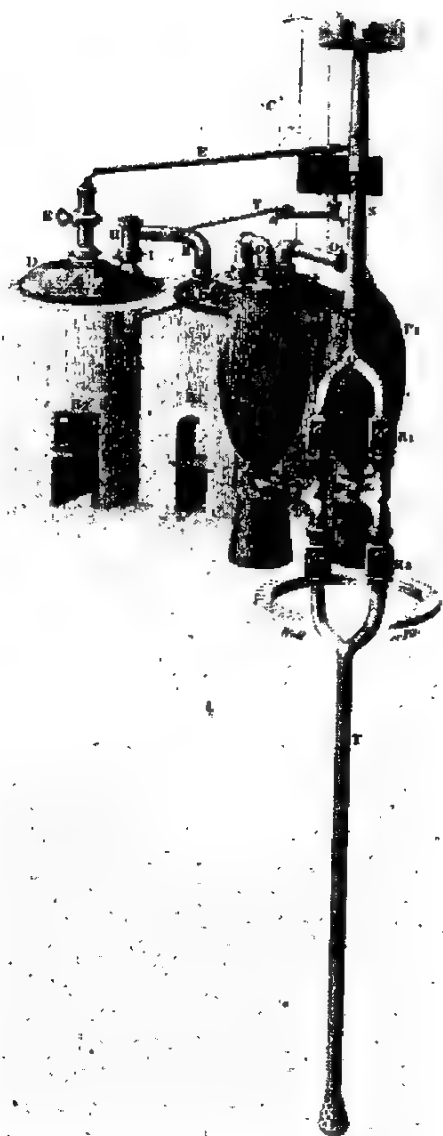
استمر الأخذ بمذهب الطب الفلسفي واتخذ له صورة اخرى ابان عصر النهضة جعل بيكون الذي تبع تيليسس التباين في الحارة والبرودة هي الملامح الرئيسية لفلسفته . ومنذ أقدم العصور كانت الحرارة مرتبطة بحركات الهواء والبخار وكان لارتباطها باكتشافات الهواء المضغوط في القرن السابع عشر ان تركت الحرارة فلك الفلسفة الكيفية لتدخل فلك العلم التجريبي الكمي . اخترع جاليليو ترمومتراً يعمل بتمدد الهواء ، ومثل هذا الترمومتر مع بارومتر تورشلي استعمالاً في دراسة الطقس ٢٢-٤ .

## تطور الآلة البخارية

لم تكن خطوات الدراسات الكمية في مجال الحرارة تتجه نحو الموضوعات السابقة ، ولكن كانت تتجه صوب استخدام قوة التمدد لكي تؤدي الحرارة أعمالاً نافعة - وخلال القرن السابع عشر الهبت فكرة رفع الماء بواسطة النار خيال المخترعين / وكانت الفكرة هي كيف تدمج فكرتين قديمتين في صنع آلة عملية / الفكرة الأولى هي ملء حجم من الفراغ بالماء عن طريق التفريغ أو الأمتصاص / وبعد ذلك طرد المحتويات بالضغط المتسبب عن تمدد الهواء أو البخار أو الغاز / استطاع دي كوس de Caus ( ١٥٧١ - ١٦٢٦ ) وهو مصمم أدوات لدفع الماء في الحدائق حل هذه المشكلة عملياً قبل ان يكتشف الفراغ ، حيث اوقد ناراً تحت إناء يكاد يكون فارغاً من الماء ثم أوصله ببئر ، فلما غل الماء وامتلا الإناء بالبخار أطفأ النار وسد مخرج البخار فامتص الإناء الماء من البئر وملا فراغ الإناء / ولو ان ذلك لم يكن بالطريقة العملية إلا انه كان اساس عمل الآلة التي تعمل بالفراغ / ولكن الى عهد جويريك Guerick لم يتفهم أحد حقيقة عملها / كان معظم المشتغلين بالفراغ يعلمون شيئاً عن الآلة عملياً ولكن كان ينقصهم المقدرة الميكانيكية لتشغيل إحدى هذه الآلات / اما الرجل الذي اقترب كثيراً من ذلك هو دينيس بابن Denis Papin مساعد هيوجنس Huygens وجاء بعده بويل Boile الذي استطاع ان يصمم مثل هذه الآلة ولكنه للأسف لم يستطع صنعها لحاجته الى المال ومات فقيراً في لندن ، وفي خطابه الى مسكرتير الجمعية الملكية طلب خمسة عشر جنيهًا لينتم هذا العمل ولكن السكرتارية ردت بأن الجمعية لا يمكنها تسليف أحد إلا اذا تأكدت من نجاح العملية

مقدماء ١٩-٣٨.

والرجل الذي استطاع ان يصمم ويمول آلة لضخ الماء لاستعمالها في الحرائق هو الكابتن سافيري Captain Savery ( ١٦٥٠ - ١٧١٥ ) أحد المهندسين الملكيين الذي استخدم وعاءين مملوئين بالبخار ثم قام بتبريد وعاء بعد الآخر فاندفع الماء الى الوعاءين ولا زالت هذه الطريقة تستخدم في المضخات النبضية pulsometer / لم يكن سافيري مصممًا عاديًا بل كان على علم تام بأهمية الآلة البخارية وخاصة في رفع الماء من المناجم وفي هذا المجال وجه كلامه الى الرجال المغامرين في مناجم انكلترا ١٠٤٥ : « انا رجل معقول . كثيرون منكم ينظرون الى اختراعي وهو الآلة التي ترفع الماء بقوة النار الدافعة



شكل (١٧٧)

الآلة البخارية لتوماس سافيري Thomas Savery (١٦٥٠ - ١٧١٥) صممت خصيصاً لنزع الماء من المناجم .

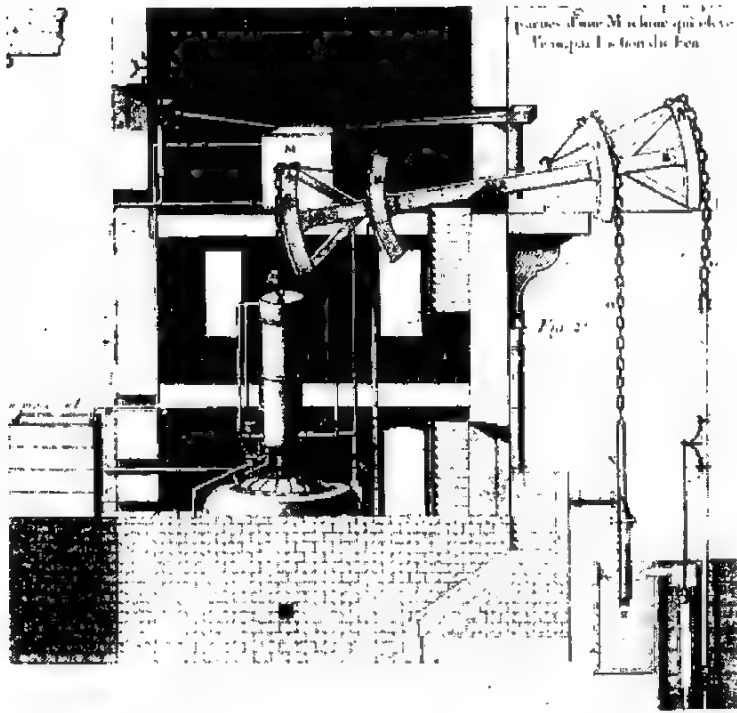
كآلة عديمة الفائدة ، ولا يمكن ان تحقق ادعاءاتي وتصميماتي ، وان مثل هذه الآلة لا يمكن ان تعمل تحت الأرض وترفع الماء الى السطح وتعمل على تخفيف المنجم وذلك لكي تنال منكم التشجيع . / لست مستعداً ان اعرض نفسي لفضيحة الفشل ولذلك اقدم لكم هنا تصميماً لآلتي واعرض عليكم فوائدها وسأترك ذلك لتقديركم فاما أن تملوها أو تستفيدوا منها . / سوف تثبت هذه الآلة مقدرتها على نزح الماء من مناجم الفحم والمعادن بثمن بخس / ولا شك انه في بحر سنوات قليلة سوف تضاعف هذه الآلة دخل المناجم والدخل القومي وربما ترفعه الى ثلاثة امثال ما هو عليه الآن / واذا كانت هذه الكميات الكبيرة من الرصاص والقصدير والفحم تصدر كل عام تحت هذه الظروف الصعبة في المناجم وطرق الشحن وكذلك الآلام التي يتعرض لها العمال فكم بالحري تكون الزيادة في هذه الكميات اذا انخفضت تكاليف الشحن وقلت آلام العمال باستخدام هذه الآلات التي تناسب العمل في المناجم ؟ /

✓ ومع ذلك استخدمت آلة سافيري بالرغم من عيوبها ولكن كانت قيمتها في ان هذه العيوب امكن تلافيها / في عام ١٧١٢ تمكن توماس نيوكومن Thomas Newcomen من دارتموث Dartmouth من صنع آلة افضل من الناحية العملية لم فقد استخدم مكبساً يدفع بواسطة بخار مكثف في اسطوانة متصلة مباشرة بمرجل ذي ضغط منخفض / وتمتاز آلة نيوكومن على آلة سافيري بعدم ضرورة وضعها في اسفل المنجم ولا تحتاج لضغط بخار عال وانها اكثر اماناً ولا تحتاج الى دوام مراقبتها / يعتبر استخدام هذه الآلة الخطوة الأولى في تحويل القاعدة العلمية للضغط الجوي الى آلة يمكن تصنيعها بواسطة رجال عمليين / انها آلة ليست تعمل فقط بل تكسب ايضاً /

✓ والحقيقة - كما نعلم - ان نيوكومن لم تكن له الخبرة ولا الاتصالات العلمية ١٢-١١-١٠ وهذه من ضمن الأسباب التي دعت ميكلاهام Meikleham عام ١٨٢٤ من أن يتبرأ من الرأي الذي يقول بأن الآلة البخارية كانت احد العطايا النبيلة التي قدمها العلم للبشرية ويؤكد ذلك بقوله / لا توجد آلة أو جهاز صممه النظريون ليس له فائدة فبعد صنعه يتم تحسينه وكفاءته بأيدي الميكانيكيين وبأيديهم فقط ٨٤-٨٤ / هاتان النظريتان المتناقضتان حول نصيب العلم من نشأة الآلة البخارية ليستا متناقضتين / من المشكوك فيه ان الفكرة الأساسية للمضخات التي تعمل بالتفريغ الهوائي لم تطرأ على فكر ميكانيكي أو على الأقل لم

يحدث ذلك قبل أن تطرأ على فكر عالم / ومن ناحية أخرى لم يستطع احد من العلماء بذكائه ان يحل مشكلة عمل جهاز آلي / وكما يبدو من تتابع الأحداث كان ضرورياً من تعاون الأفكار العلمية وخبرة الحرفيين لتطور الآلات /

✓ ولقد قيل الكثير عن عبقرية نيوكومن بحيث لم يحدث أي تطور رئيسي في آله لمدة تقرب من سبعين عاماً وان بعض آلاته استمرت تعمل لفترة تزيد على المائة عام / ولكن كان استخدام آلة نيوكومن محدوداً فلم تستخدم إلا في سحب الماء ورفعها وكانت تستهلك كميات كبيرة من الفحم وجاء تطويرها على ايدي العلماء بأفكارهم العلمية الجديدة وخاصة علماء الحرارة الكمية /



شكل (١٧٧)

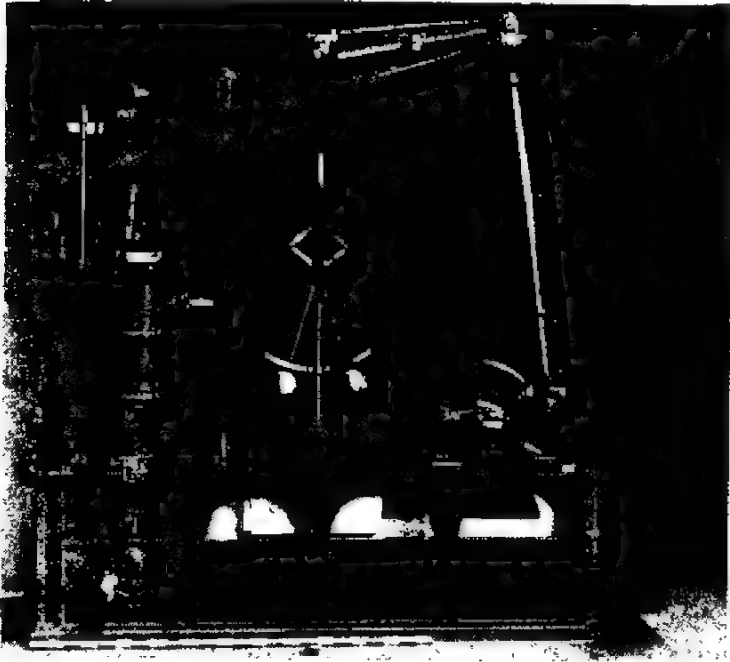
✓ الآلة البخارية لتوماس نيوكومن Thomas Newcomen (١٦٦٣ - ١٧٢٩) من كتاب

Architecture Hydraulique مؤلفه برنارد بيليدور Bernard Belidor



## الحرارة النوعية والحرارة الكامنة - جوزيف بلاك

بدأت الحرارة تصبح علماً كميّاً مع النمو المتدرج والزيادة في حجم العمليات الصناعية التي تستخدم الحرارة على نطاق كبير، كان انتشارها نتيجة التقدير العلمي للرجال الذين يعملون في عمليات التقطير وصناعة الملح الذين تعودوا غليان وتكثيف المحاليل بكميات كبيرة، ومن هنا بدأ تقدير المهتمين بعمل واستخدام الآلات البخارية الأولية .



شكل ( ١٧٤ )

آلة وات البخارية . سجل وات تحسيناته على هذه الآلة عام ١٧٨٤ ولقد صمم انتشارها لأنه استخدم مكثفاً منفصلاً لتكثيف البخار بعد خروجه من الأسطوانة الرئيسية وبذلك تستمر هذه الأسطوانة ساخنة وبذلك زادت كفاءة الآلة وقلت تكاليف الوقود . تظهر الأسطوانة الرئيسية على شمال الصورة . زاد استخدام الأسطوانة للمزدوجة من كفاءة الآلة .

كان الدكتور بلاك Black الذي أرسى قواعد الثورة الكيميائية الخاصة بالهواء المضغوط أول المكتشفين للنظرية الحديثة للحرارة / كانت اول انجازاته عملاً طبياً فيزيائياً فكان مشغولاً بمعرفة حقيقة النار أو الحرارة التي يمكن ان تمر خلال أوان وتؤثر في محتوياتها ، فوجد ان الأجسام المختلفة ترتفع درجات حرارتها بنسب مختلفة بكميات متساوية من الحرارة ( مادة الحرارة matter of heat ) وقد توصل الى هذا الكشف بطريقة المخلوطات والتي كان يستخدمها جان مورين Jean Morin ( ١٥٨٣ - ١٦٥٦ ) ٨٧-٥ / وكان لا يزال يعمل تبعاً للقاعدة العربية وهي الأربع خطوات للحرارة التي توازن اربع درجات للبرودة، واستمر في ابحاثه الى ان اهتدى الى معرفة الحرارة النوعية للمواد المختلفة. / ومن هنا ادرك حقيقة ان الثلج أو الجليد يحتاج الى حرارة لكي يذوب دون ان ترتفع درجة حرارته وبمعنى آخر ان الحرارة يجب ان تكون كامنة أو مختبئة في الماء المنصهر. / وبعد ذلك قاس الحرارة الكامنة في البخار والتي عكست الحقيقة التي كانت معروفة في عمليات التقطير وهي ان عملية تقطير الماء تحتاج الى كمية من الحرارة اعلى بكثير من الكمية التي يحتاجها الماء لكي يصل الى درجة الغليان وايضاً ان كمية الحرارة اللازمة لغليان الماء تسترد عندما يتكثف البخار مرة اخرى عند استعمال الماء البارد للتخلص منه .

#### جيمس وات James Watt المكثف المنفصل .

كان أول من طبق ظاهرة الحرارة الكامنة عملياً صانع اجهزة صغير من جلاسجو اسمه جيمس وات ١٧٦٥ الذي كلف باصلاح نموذج من آلة نيوكومن من قبل الجامعة ( لاحظ التأثير المتبادل بين العلم والتقنية ) . وجدوات ان المشكلة في ان البخار يفقد عند كل دفعة للمكبس بتكثيفه في الأسطوانة الباردة . اعطى بلاك تفسيراً لهذه الظاهرة على اساس نظريته وهي الحرارة الكامنة ، ولم يلبث وات ان اهتدى الى تكثيف البخار بمفرده . كانت فكرة التكثيف المنفرد عام ١٧٦٥ نقطة تحول في تحسين الآلة البخارية وزيادة كفاءتها ، وكان هذا المكثف المنفصل أول الخطوات في تحسين آلة وات ١٧٦٥ .

#### ماتيو بولتون Matthew Boulton

قبل ان يقدم وات آلة سهل تداولها قام بسلسلة من المحاولات الفاشلة في

مصانع ريوبك كارون Roebuck Carron اضطرته ان يشارك متى بولتون المنتج من برمنجهام والاستعانة بالمواد الناتجة من صناعة المعادن في المنطقة السوداء قبل ان تتحول الآلة البخارية من فكرة الى حقيقة وكما اعترف وات في سخرية « لا يصلح الاسكتلنديون ان يكونوا مهندسين » ولا تقل عن ذلك أهمية الخدمات التي اداها جون ولكنسون صانع المدافع في صنع اسطوانات حقيقية / وبإدخال العجلة الطائرة Fly wheel مع الصمام الخانق Throttle ومنظم القوة الطاردة المركزية استطاع وات ان يصنع آلة تستطيع ان تدفع ماكينة بسرعة ثابتة عملة بأثقال متغيرة . يعتبر هذا الاختراع أول مثل للتغذية المرتدة أو اشراف العقل البشري على الصناعة . ويظهر هذا في مطلع الثورة الصناعية الكبرى كان فالاً بظهور الأوتوماتيكية ( التلقائية ) وهي سمات الثورة الصناعية الثانية للقرن العشرين (١٨) (١٩) .

والى ايام وات كانت الآلات البخارية تستخدم فقط في المناجم بعيداً عن حقول الفحم أما آلة نيوكومن حتى بعد تحسينها بواسطة سميتون Smeaton (١٧٢٤ - ١٧٩٢) فكانت عرضاً تجارياً في نزع حقول الفحم حيث كان الفحم رخيصاً جداً ولكن باستخدام آلة وات الأكثر كفاءة وثباتاً ارتفع انتاج جميع حقول المعادن الثقيلة في كورنل ، وبعد ذلك زادت القوة الانتاجية لمصانع النسيج وبذلك انتشر استخدام الآلة في جميع انحاء العالم لسهولة الحصول عليها ورخصتها .

وبعد التغلب على كثير من الصراعات في المجالات الاقتصادية والتكنيكية اصبح الطريق ممهداً لاستخدام الآلة البخارية فغزت جميع المناطق الصناعية والتعدينية في انكلترا ، ولم يقف انتشارها داخل حدودها بل تعدتها الى فرنسا والمانيا وروسيا على ايدي مهندسين من انكلترا .

#### القاطرة والسفينة البخارية /

ارتبط تطور الآلة البخارية بالمقتضيات التكنيكية والاقتصادية المطلوبة منها / كانت آلة وات تفي بحاجة المناجم والمصانع ولكنها كانت مكلفة وثقيلة وتستهلك فحماً كثيراً بالنسبة لما تولده من طاقة بينما آلة القاطرة تتطلب الحفة والطاقة العالية / بقيت الاجابة على هذين المطلبين كما بين تريفيثيك Trevithick حتى عام ١٨٠١ عندما اخترعت الآلة ذات الضغط العالي بالاستغناء عن المكثف

بدأ ظهور القاطرة بداية غير منتظمة وكان أول ظهورها في موطنها الأصلي وهو حقول الفحم وكانت تتحرك على قضبان حديدية بين المنجم ومكان الشحن / كانت هناك عدة مشاكل وصعوبات يجب حلها قبل ذبوع استخدامها مثل القيادة وامتصاص الصدمات والسكك الحديدية والطرق الدائمة لمسارها ، وليس من الغرابة ان نرى ان العلم لم يستطع حل هذه المشاكل بل تركت لعامل من عمال المناجم استطاع ان يعلم نفسه وهو جورج ستيفنسن George Stephenson وتمكن من حل جميعها ١٨٢٥-٩٩ / كان اختراعه الحاسم الذي جاء نتيجة الصدفة هو اعادة البخار العادم الى القمع وبإذكاء النار استطاع ان يحصل

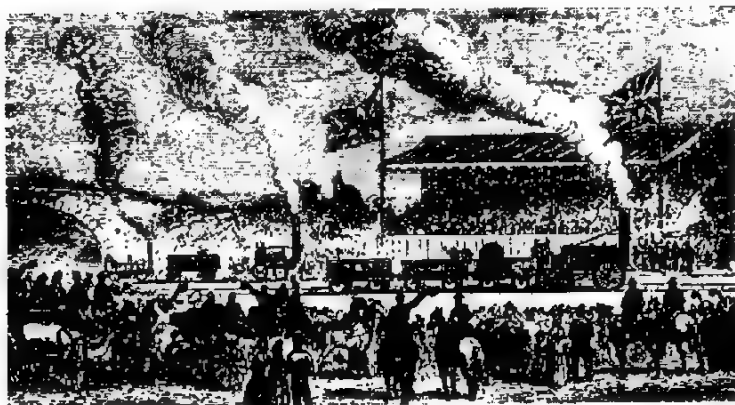


شكل (١٧٥)

٤ / منظر عام لمصانع سوهو ببرمنجهام لتي بولتون وجيمس وات حيث تمت التحسينات في الآلة البخارية . من رسم على الخشب عام ١٨٣٠

على الطاقة اللازمة للسير بسرعة عشرين ميلاً في الساعة ./ اما النصر المعترف به من الجميع في تطور القاطرة فيرجع الى التجارب التي قام بها رينيل Rainhills عام ١٨٢٩ الذي كان يعمل في سكك حديد ليفربول - مانشستر الجديدة حيث نالت قاطرته « الصاروخ » الجائزة ./

كانت مشكلة النقل المائي تختلف اختلافاً كبيراً عن النقل البري ، فلم يكن حجم السفينة ولا وزنها بالمشكلة ولكن المشكلة كانت في الاقتصاد في الوقود حيث كان على الباخرة ان تحمل وقودها ./ وفي الحقيقة كان هذا القصور السبب في قصر استعمال المراكب البخارية في الأنهار وبالقرب من السواحل خلال فترة كبيرة من القرن التاسع عشر ./ جاء حل هذه المشكلة على يدي هورنبلور Hornblower (١٧٤٣ - ١٨١٥) باستخدام التمدد المتعدد وكان التطور بطيئاً ولم يحدث تغير جذري إلا في استبدال المسمار اللولبي بدلاً من المجذاف عام ١٨٨٤ عندما اخترع بارسون Parson التربين ذا القوة العالية ./



شكل (١٧٦)

لمحربة القاطرة في رينيل Rainhill عام ١٨٢٩. تبرع رؤساء سكك حديد ليفربول - مانشستر بجائزة لأحسن قاطرة، وفي اكتوبر من نفس العام اقيمت المسابقة، ودخلها أربع قاطرات ونال جورج استيفسون الجائزة على قاطرته الصاروخ «Rocket»

## ١ / تفاعل العوامل الاقتصادية والتكنيكية في الثورة الصناعية .

ان تاريخ الآلة البخارية يبين كيف ان نجاح الثورة الصناعية يتوقف على عوامل اقتصادية وتكنيكية / فمن الناحية الاقتصادية نمت صناعات المنسوجات وانتشرت لتفي بحاجة المستهلكين في الأسواق التي زادت وتعددت / ومن الناحية التكنيكية كانت الآلات الجديدة هي السبيل الوحيد لتوفير الفحم والقوى المحركة واخيراً طرق المواصلات والتي بدونها لم يكن ممكناً نمو وانتشار صناعة المنسوجات . /

١ / تم معظم التطور في الآلة البخارية على ايدي مهندسين عمليين دون تدخل العلم ولكن جذب استغلالها انتباه العلماء وارادوا ان يفهموا طبيعتها أو على الأقل المشاركة في تحسينها / شجعت هذه الدراسة العلماء على الاهتمام بالقوانين التي تحكم الغازات والأبخرة الضرورية لرسم جداول البخار - والتي أدت الى وضع المعادلة التي تربط العلاقة بين القوة الميكانيكية والحرارة نظرياً وهي القاعدة التي تعمل بها الآلة البخارية عملياً وهو ما نسميه عادة بالطاقة . / تحقيق الشَّر الحراري

حدث التناقض في فرنسا حيث كانت الآلة البخارية مستوردة وليست في مكان نشأتها كما كان الحال في انكلترا / ففي فرنسا كان عملها كوسيلة لتحويل الحرارة الى عمل هو شغل العلماء الشاغل / كانت المشكلة الرئيسية هي الفكرة القديمة القائمة وهي ما معنى الحرارة ؟ فكما رأينا كانت الحرارة تعني النار أو العكس حتى الحرارة الحيوية للحيوان كانت تعزى الى نار داخلية في جسمه ١٣٢-٤ / وفي القرن الثامن عشر كان يعتقد انها شيء مادي واخيراً عمدوا لافوازيه وسماها سرعات / باءت محاولة إيجاد وزن للحرارة بالفشل ، ووضع ان الحرارة لا يمكن وزنها كالكهرباء والضوء ٧٥-٥ / وبين لافوازيه ان هذا الفرض يناسب تماماً تصوره في انطلاق الحرارة نتيجة التفاعلات الكيميائية وخاصة الاتحاد مع الأوكسيجين في النار أو في الجسم الحي /

١ / ومع ذلك كانت هناك نظرية قديمة تقول ان الحرارة نوع من الحركة وليست بالمادة واستمرت هذه النظرية يتوارثها الأجيال / اوضحت التجارب العديدة خلال الأجيال المتعاقبة على كور الحداد وآلات الحفر بأن القوة يمكن تحويلها الى حرارة والآن توضح الآلة البخارية امكان تحويل الحرارة الى قوة / ولكن المطلوب

/ من الآلة البخارية ان ترفع الماء من المناجم بواسطة النار والسؤال الآن ما هي العلاقة الكمية بين الحرارة والشغل ؟ /

/ فشلت آلة نيوكومن الأولى في الاجابة على هذا السؤال حيث انها كانت تستهلك من الوقود الكثير وتنتج من الشغل القليل بجانب ارتفاع ثمنها / ولذلك لم ينتشر استعمالها في اعمال المناجم وكان استخدام الحيوان اقل تكلفة / حاول وات تقدير ائمان الآلات التي يبيعها بتقدير ما يمكن للحصان الواحد ان يؤديه مقدراً بالقوة التي ترفع وزناً مقداره رطلاً من على الأرض مسافة قدم واحد Foot pound في الدقيقة وكان يقدر آلاته بهذا المقياس الجديد الذي اصبح دولياً وهو قوة الحصان horse power . كانت الطريقة الذكية التي اتبعتها مصانع بولتون ووات لبيع آلاتهم هي تركيب وتشغيل الآلات دون مقابل وفي نظير ذلك يتقاضون ثلث ما توفره الآلة من قيمة الوقود أو العليق باستخدام آلة نيوكومن أو الحصان ١٥-٤١ . /

/ كانت أول تجربة لتحويل القوة مقدرة بالأحصنة الى حرارة عام ١٧٩٨ بواسطة الكونت رمفورد من ميونيخ / كان الكونت مهتماً دائماً بالحرارة وخاصة فوائدها الاقتصادية فشاهد أولاً ثم قاس الحرارة الناتجة من انطلاق المدفع / وبإثباته ان كمية لا حدود لها من الحرارة يمكن ان تنطلق من كمية محدودة من المادة استطاع ان يثبت خطأ النظرية المادية للحرارة ولكن هذا لم يكن كافياً لإثبات النظرية المضادة /

### / كارنوت Carnot الآلة الحرارية /

مضت مدة طويلة لم تستطع عملية تحويل الحرارة في مرجل الآلة الى قوة ان تدخل دائرة العلم ١٨٥٠-٣ كان لكل آلة طريقته الخاصة في تحويل الفحم الى عمل كما كان لكل منها عامل مؤثر ، وكان هذا العامل يقل تأثيره كلما تحسنت الآلة ولم تكن حدود كفاءة الآلة ظاهرة ولا واضحة ولكن لا بد من وجود هذه الحدود وإلا كانت حركة الآلة دائمة لا تقف عند حد / قادت هذه المعتقدات سادي كارنوت احد الرجال العظام في القرن التاسع عشر الى « خواطر على القوة الآلية للنار » كان سادي كارنوت ( ١٧٩٦ - ١٨٣٢ ) ابن لازار كارنوت Lazare Carnot منظم الثورة الفرنسية / تدرب سادي لكي يكون مهندساً في مدرسة البوليتكنيك الجديدة وكانوا من أوائل الذين طبقوا أسس الفيزياء الرياضية على عمل الآلات الجديدة . /

/ كان كارنوت يتخيل الآلة البخارية كنوع من الطواحين تتدفق فيها السعرات

خلال الآلة في درجة حرارة عالية متجهة نحو المكثف في درجة حرارة منخفضة ، وبشرط ان لا يفقد فيها شيء في هذه العملية يمكن الحصول على اكبر كمية من العمل . . . ولا ثبات ذلك يمكن للآلة ان تعمل في الاتجاه المضاد وتعمل كما نسميه الآن مضخة حرارية وبها يمكن استخدام نفس الطاقة لرفع الجسم من درجة الحرارة المنخفضة الى درجة الحرارة المرتفعة ، ولكنه بالرغم من تهيئته لكل العوامل المناسبة فهذا الاتجاه المضاد لم يولد إلا جزءاً صغيراً من الطاقة يمكن الاستفادة منه عملياً ، وبمعنى آخر يمكن الحصول على الطاقة بالانتقال من درجات حرارة مختلفة ، وتتوقف كمية هذه الطاقة على ما نسميه الآن بالقانون الثاني للديناميكا الحرارية .

خطا كارنوت بعض الخطوات الى الأمام في هذا الموضوع وبين ان بعض الحرارة في الآلة قد تحول الى طاقة واستطاع ان يقيس كميتها . . . وقبل ان ينشر هذه المعلومات توفي متأثراً بالكوليرا ، وبقيت هذه المعلومات عن القيمة الديناميكية للحرارة دفينة أوراقه الخاصة لمدة خمسين عاماً / وحتى اعماله المنشورة كادت تنسى الى ان انقذها كلايرون Clapeyron عام ١٨٣٢ ، وبعد ذلك اصبحت هذه المعلومات اساس العلم الجديد للديناميكا الحرارية / اما التوضيح الكامل للعلاقة بين الحرارة والطاقة فكان عليه ان ينتظر ربع قرن آخر ٣٠٠ / وبهذا تأخر ظهور الحقيقة وقتاً طويلاً .

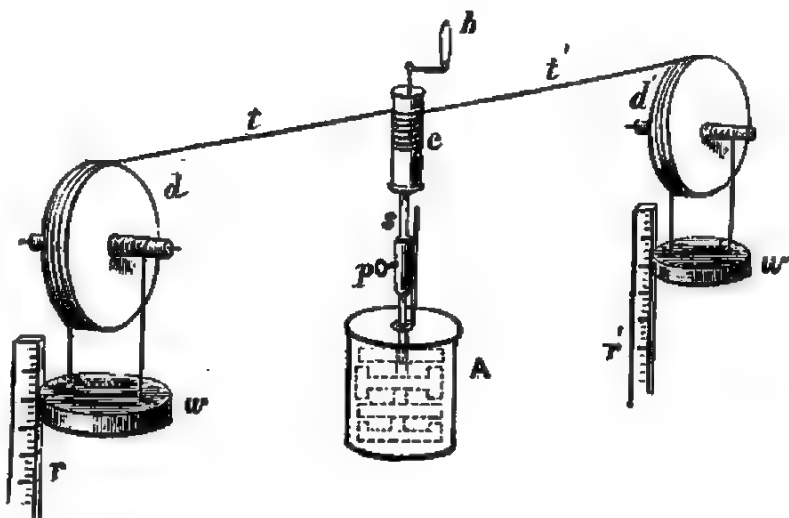
#### حفظ الطاقة : ماير Mayer وجول Joule وهلمهولتز Helmholtz

أول من استطاع قياس المكافئ الميكانيكي للحرارة هو روبرت ماير Robert Mayer (١٨١٤ - ١٨٨٧) وهو طبيب كان يعمل على السفن عام ١٨٤٢ / كما طرأت على جول Joule (١٨١٨ - ١٨٨٩) وهو عالم هاو ونجل احد الأثرياء الذين كانوا يعملون في صناعة البيرة وكذلك فون هلمهولتز Von Helmholtz (١٨٢١ - ١٨٩٤) وهو عالم فيزيائي وعلم وظائف الأعضاء / طرأت هذه الفكرة على آخرين وفي الحقيقة توصل هؤلاء الى هذه النتائج ولو بدرجات متفاوتة من الوضوح / اختلفت الطرق التي سلكها كل من الثلاثة الأولين للوصول الى الحقيقة اختلافاً كبيراً / توصل ماير الى الفكرة خلال تفكيره الفلسفي عن النوع الكوني فقد استرعى نظره التشابه بين الطاقة التي يكتسبها الجسم الساقط تحت تأثير الجاذبية والحرارة الناتجة من الغازات المضغوطة / اما جول فقد اهتدى الى الفكرة من خلال تجاربه وهي محاولة إيجاد الى أي مدى تستطيع الآلة الكهربائية ان تكون مصدراً للطاقة



عملياً. ولكنه لم يستطع اثبات ذلك حيث ان كل القوى تتولد من احتراق الزنك الغالي الثمن في البطارية التي تحويه، وقاده ذلك الى تقدير المكافئ الكمي للحرارة والطاقة. / اعلن جول ذلك الى الجمعية البريطانية في كورك عام ١٨٤٣ ولكنها لم تحظ اهتماماً ورفضت الجمعية الملكية نشر بحثه واضطر جول ان يثبت افكاره باجراء العديد من التجارب الدقيقة ٣-٥.

/ وفي عام ١٨٤٧ حاول هلمهولتز ان يعمم فكرة نيوتون للحركة على عدد كبير من الأجسام التي تعمل تحت جذب متبادل واستنتج أن مجموعة القوى والجهود التي نسميها اليوم بالطاقة المحركة والكامنة تبقى ثابتة ، وهذا هو اساس حفظ الطاقة في مضمونها العام ، وكان ذلك هاماً من ناحية انه وفق بين المبدأ الجديد للحرارة والمبادئ القديمة للميكانيكا ، وقد اكمل ذلك وليم طومسون وبعده لورد كلفن



شكل (١٧٧)

الجهاز الذي صممه جول James Joule ( ١٨١٩ - ١٨٨٩ ) لثبت عملية العلاقة بين الشغل الميكانيكي والحرارة المتولدة . يقاس العمل بحركات الأوزان (W) اما الحرارة فتقاس بحركات القلاب الذي يتحرك في الترموس المملوء بالماء .

١ / وهو صديق جول وهلمهولتز ونشر ذلك في بحثه المكافئ الديناميكي للحرارة (\*) (١٩) .

٢ / ومهما اختلفت الطرق التي سلكها العلماء للوصول الى الحقيقة السابقة فجميعهم قد تأثروا مباشرة بالجو الذي كان يسود عصر البخار ٣- وخاصة بالقاطرة وكما اشار ماير « في القاطرة تقطر الحرارة بعيداً عن المرجل وتتحول الى شغل ميكانيكي في العجلات المتحركة ثم تتكثف وتعود مرة اخرى الى حرارة في المحاور والعجلات والقضبان » .

٣ / تعتبر قاعدة حفظ الطاقة بصورها المختلفة من كهرباء وحرارة وشغل ميكانيكي اعظم الانتصارات الفيزيائية التي تمت في منتصف القرن التاسع عشر فقد وحدت وجمعت علوماً كثيرة وطابقت التطور في ذلك الوقت / اصبحت الطاقة هي العملة الشائعة للفيزياء في العالم كله ويمثابة الغطاء الذهبي اينما كانت في العالم ، وما لحقق هو ايجاد النسب الثابتة بين مختلف الطاقات : بين السرعات الحرارية للحرارة وقوة الأحصنة في الشغل والكيلوواتات في الساعة للكهرباء . / اصبحت كل نشاطات الانسان من صناعة ومواصلات واخيراً الغذاء بل الحياة نفسها تعتمد اعتماداً كلياً على هذا اللفظ « الطاقة » .

#### ٤ / توافر الطاقة

حدث في الجزء الاخير من القرن التاسع عشر ان تغيرت الصورة المتفائلة للطاقة تغيراً خطيراً بالتحقق من أن القانون الثاني للديناميكا الحرارية الذي يشير الى ان المشكلة الكبرى ليس في كمية الطاقة الموجودة في الكون ولكن في توافرها ، ليس هذا فقط بل في ان هذه الطاقة تقل تدريجياً / وتبعاً لنظام ماكسويل « اي نظام يبدأ بجزئيات سريعة ( ساخنة ) واخرى بطيئة ( باردة ) ينتهي بتحريك معظم الجزئيات حركة متوسطة ( فاترة ) أو بتعبير جيبس Gibbs ( ١٨٣٩ - ١٩٠٣ ) يتجه عادة النظام المرتبك نحو الزيادة . /

٥ / واذا اعتبرنا الكون وحدة واحدة فلا مناص من ان مصادر الحرارة صوف تنتهي في الكون / وهو ما يعبر عنه بموت الحرارة «heat death» الكونية وواضح ان كلفن Kelvin المروج الأكبر لهذه الفكرة ابتهج لهذا المشهد وهو المستوى دون المتوسط للكون واثبت ان الشمس لا يمكن ان تستمر الى ما لا نهاية ، وان الأرض بدورها لا يمكن ان تبقى اكثر من بضع مئات الملايين من السنين ، ولكن كان

تقدير الجيولوجيين اكبر من ذلك بكثير ، كان الفيزيائيون كغيرهم مخطئين في هذا التقدير الذي قضى عليه وانقلب رأساً على عقب باكتشاف مصادر جديدة للطاقة الكامنة في الذرة ، والتي تفوق كثيراً جميع الطاقات . كان من النصف لكلفن ان يعلن انه يحمي نفسه ضد ذلك بأن يصوغ تكهنه هكذا « إلا اذا ظهرت لنا مصادر طاقة غير معروفة الآن في هذا المخزن الكبير للطاقة الخالقة » ١٢٥-٥

## فلسفة الطاقة ✓

ماك Mach واستولد Ostwald والفلسفة الوضعية الجديدة Positivisme

بدأ في هذه الفترة تطبيق المعلومات المستقاة من الديناميكا الحرارية في مجال الكيمياء وعلوم الحياة . شكراً جزئياً لأعمال شاتلير Chatelier ( ١٨٥٠ - ١٩٣٦ ) وجيبس Gibbs ( ١٨٣٩ - ١٩٠٣ ) ٦-٥ . خيل لفترة كأنما كل الظواهر الطبيعية يمكن ان تفسر بعبارات بسيطة يمكن مشاهدتها في صور من الطاقة الميكانيكية والحرارية ، وهذا بين أيدي الفلاسفة مثل ماك والكيمائيين مثل استولد وعدد للتخلص من مادية وراييكالية النظرية الذرية المربكة .

ظهرت نظرية جديدة هي الوضعية التي تقول بأن المادة والفروض الفيزيائية كوجود الذرات أصبحت غير ضرورية ، ويمكن استنتاج كل الحقائق العلمية من المشاهدات الأولية مباشرة . كانت النظرية الحركية للحرارة التي أوجدها ماكسويل عام ١٨٦٦ والتي تفترض وجود الذرات تتعارض مع هذا الاتجاه . كانت نظرية ماكسويل عن الذرات فرضاً ينقصه الاثبات ويجب قبل قبولها اثبات ان الذرات اجسام يمكن قياسها ومعرفة عددها .

## (٢-٩) الهندسة وعلم المعادن ✓

كان أحد سمات القرنين الثامن عشر والتاسع عشر هو انتصار الآلة وهما يمكن القول بأن نصيب العلم في هذا المجال كان قليلاً ، وفي الحقيقة كان العامل الميكانيكي المبني على العمل اليدوي التقليدي وكذلك العامل الاقتصادي المبني على الكسب هما العاملين الأساسيين لنجاح الأمور الهندسية والميثالورجية ، ومع ذلك كانت أهمية العلم في الازدياد مهدداً الطريق لاحتلال مكان القيادة الذي تبوأه في القرن العشرين .

/ ان تاريخ الهندسة ودورها في مرحلة الخلق ابان القرنين الثامن عشر والتاسع عشر

يشير الى استمرار التعاون بين متطلبات التجارة والصناعة المتزايدة وبين الآلات والمحركات التي اوجدت امكانيات ومجالات جديدة لكسب اكثر ، كانت الحاجة الى خيوط الغزل والمزید من الملابس السبب في ادخال آلات النسيج ومزید من الفحم لتشغيل الآلات البخارية وكذلك وسائل مواصلات رخيصة لنقل العديد من البضائع ، كل ذلك أدى الى تحسين الموانئ والطرق والكباري والسكك الحديدية ، لم يكن ايجاد آلات جديدة أو مواد متطورة لمواجهة هذه المتطلبات بالأمر السهل فقد كانت مغامرات جديدة تمت ولم تكن متوقعة أو التفكير فيها ، فالآلة البخارية التي اكتشفت لخص الماء من المناجم في أول الأمر تطورت واستخدمت في الأفران التي تعمل بالهواء المضغوط وطرق الحديد كما حلت محل ساقية الماء وبعد ذلك وضعت في قارب أو قاطرة فتحركا ومن هنا نشأت البخرة والسكك الحديدية ، وينفس الطريقة استخدم الحديد والحديد الصلب الرخيص لصنع



شكل (١٧٨)

مطرقة جيمس ناسميس البخارية James Nasmyth لطرق الحديد في مصنع توماس فيرس

Firth Thomas شيفلد عام ١٨٩٠

آلات جديدة التي احدثت ثورة في تصميم آلات جديدة وعربات وسفن  
وانشاءات .

### المهندسون

في كل خطوات التطور الآلي والمعدني كان الحرفيون مشغولين في ايجاد وسائل  
جديدة واستيعاب ما يستطيعون فهمه من العلوم واضطر العلماء دراسة الحرف  
المختلفة ليستطيعوا معرفة الأسس التي تعتمد عليها / يمكن دراسة هذه الأسس من  
خلال معرفة سير حياة المهندسين الذين عاصروا الفترة الهامة من ١٧٥٠ الى ١٨٥٠  
ومن حسن الحظ ان منهم صمويل سميل Samuel Smiles ١١٣-٥، ١٥٠، رجل  
الصناعة الانكليزي المشهور، ومن الجيل الجديد ديكينسون  
Dickinson ٤٢، ٤٠-٥، الرجل الواسع الاطلاع وغيرهما من اعضاء جمعية  
نيوكومن / وفي بريطانيا التي استمرت لمدة طويلة مركزاً للثورة الصناعية بدأ  
المهندسون حياتهم كعمال اذكياء طموحين ولكنهم كانوا امين علموا انفسهم /  
كان المهندسون اما صناع طواحين مثل براماه Bramah أو ميكانيكيين امثال  
موردوك Murdock وجورج ستيفنسون George Stephenson أو حدادين امثال  
نيوكومن Newcomen ومودسلاي Maudslay / لا يختلف عن هؤلاء صناع  
الآلات إلا في اقتراحهم من دائرة العلم ومن هؤلاء سميتون Smeaton ووات Watt  
وفنانون مثل ناسمث Nasmyth (١٨٠٨ - ١٨٩٠) ومهندسون في المناجم مثل  
تريفيسيك Trevithick / وفي فرنسا حيث لعبت المصانع دوراً هاماً كما لعبت  
الدولة والمدارس الحربية دوراً اكبر كانت السيادة للمهندسين المتخرجين من المعاهد  
الهندسية امثال جازز Jars ومونج Monge وبونسليت Poncelet وفورنيرون  
Fourneyron وسادي كارنوت Sadi Carnot ومارك برونل Marc Brunel  
(١٧٦٩ - ١٨٤٩) وفي الفترة التي تلت عام ١٨٥٠ ظهرت فئة المهندسين المتعلمين  
/ ومعهم برزت مقدرة المانيا في معظم الانجازات الهندسية / اما انكلترا فكان لديها  
الأشخاص الذين يضاهاون عائلة سيمن Siemens الألمانية مثل أوتو وديزل Diesel /

كانت أهم اتجاهات فترة الثورة الصناعية اختراع اجهزة ميكانيكية جديدة  
وتحسين اداء الآلات الموجودة / لم يتطلب ذلك أي مساعدة من العلم الا في  
الحالات التي استخدمت فيها نظريات فيزيائية جديدة كالألة الحرارية والآلة  
الكهربائية / تطلب تصميم الأجهزة الميكانيكية - وهو عادة محاكاة لمجهودات  
الحرفيين - معرفة وتطبيق نوع من الرياضيات الميكانيكية وهي من التعقيد بحيث لا

يسهل تدريسها في المدارس ، وهي في الحقيقة ناشئة من العبقريّة التقليدية لصناع الساعات والأقفال . / ادرك هؤلاء لكي يكونوا ناجحين انه يجب عليهم ان ينسجموا بذلك مع متطلبات الصناعة الحديثة وان يجدوا لهم المكان المناسب ليكونوا مطلوبين ونافعين ومستثمرين . / وحيث ان هذه المتطلبات يصعب جمعها فإن المستثمرين لهذه الاختراعات مثل اركريت Arkwright اكبر مؤسسي الثروة الصناعية تعودوا ان يحلوا محل المخترعين بعد قيامهم ببناء الآلات / ومنذ عام ١٧٥٠ أصبح من الصعب اتحاد المخترع والمستثمر / انتشرت الآلات الميكانيكية وحلت محل الأيدي العاملة وانتقلت من صناعة المنسوجات الى مئات غيرها وتشمل صناعة البضائع الاستهلاكية وصناعة المعادن وصناعة الآلات نفسها . / ليس هذا فقط بل غزت العمليات الزراعية التقليدية والعمليات المتعاقبة لتجهيز الأغذية خاصة في أمريكا حيث توجد الأراضي الجيدة في مساحات شاسعة واليد العاملة القليلة . / وبالرغم من تنوع المكنة وتأثيرها الكبير على تطور الحضارة الانسانية كانت في القرنين الثامن والتاسع عشر عبارة عن تجمع كئيباء قديمة أكثر من تطبيقات لمبادئ جديدة كما حدث في القرن العشرين ولذلك فهي ليست مدينة للعلم ولا مدانة له . /

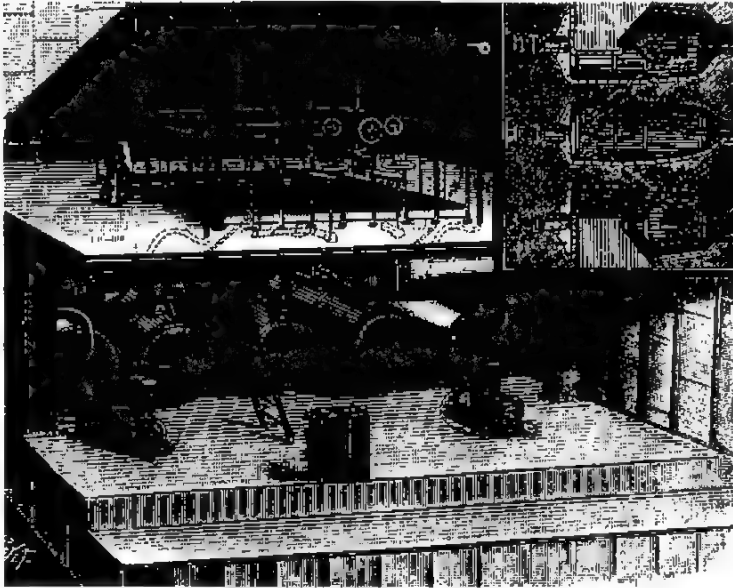
### الكفاءة والمخضفة

#### التربين والآلة ذات الاحتراق الداخلي

جاء التطور في اداء الآلات والأجهزة وخاصة الآلات البخارية من اعمال اجيال متعاقبة من المهندسين ، وكان هدفهم طول الوقت هو ملاممة الآلة لكثير من الأغراض وكذلك زيادة كفاءتها وقوتها في الوحدة الواحدة من جهة الوزن والوقود والتكلفة ، وفي أواخر القرن التاسع عشر رسخت افكار كارنوت وما بنى عليها من نظريات في الديناميكا الحرارية في العالم الهندسي ، لكن كان تأثيرها ثورياً في المجال الذي أدى الى اختراع التربين والآلة ذات الاحتراق الداخلي والثلاجة أكثر من تطوير الآلة القديمة . /

شطرت التحسينات الجديدة في الآلات والأجهزة عالم توليد الطاقة الى نصفين قابلين للتكليف ، يشمل النصف الأول الآلة ذات الاحتراق الداخلي وقد أدت الى صنع وحدات توليد الضوء والقاطرة وأخيراً الطائرة . / اما النصف الثاني فيشمل التربين الذي يعمل بالبخار والذي أدى الى صناعة آلات السفن العملاقة

والآلات التي توزع الطاقة الكهربائية / لم تظهر آثار الانجازات العظيمة التي تمت في القرن التاسع عشر في مجال الانتاج إلا في القرن العشرين .



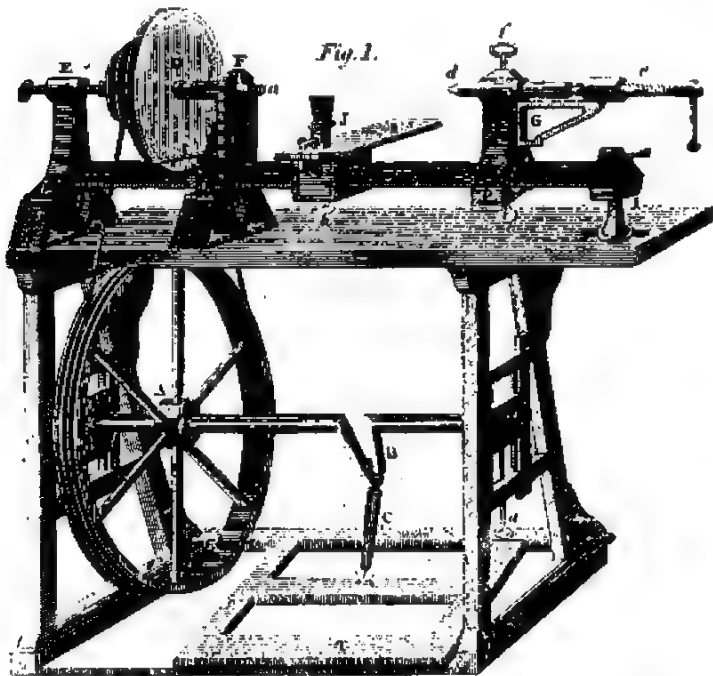
شكل (١٧٩)

الترينيات البخارية تثبت على المركب « الملكة » من تصميم السير شارلز بارسونز Charles Parsons (١٨٥٤ - ١٩٣١) من كتاب « الطبيعة » باريس ١٩٠٤ .

### الانشاءات الهندسية: الآلة كأداة

أدى ازدياد فرص الكسب نتيجة استخدام الآلات الى قيام صناعة الآلات نفسها كما خلقت هذه الصناعة بدورها ثورة في الأعمال اليدوية ونحّطت خطوة أخرى الى الأمام وهي استخدام الآلات لصنع الآلات / ومن أهم هذه الآلات مخرطة مودسلاي Maudslay وآلة القطع وآلة عمل اللولب (\*) (٢٠) ١٢٠٥ / لا يدين العلم هذه الثورة إلا قليلاً وتنحصر الادانة في دقة الملاحظة واستخدام الهندسة

والحكم الصحيح على الأشياء كأنة مودسلاي لمس الخشب ( فارة ) والمكيورميد واللوبل القياسي هوينورث Whitworth ، وهنا حدث الاندماج التدريجي بين صناعات الطواحين والساعات والهندسة الميكانيكية الجديدة / ساعدت وفرة المعدن وخاصة الحديد والحديد الصلب هذا الاندماج ووفرت لهؤلاء وسائل العمل / بدأت في أواسط القرن التاسع عشر اعداد المهندسين تزيد عن الموارد التقليدية القديمة فقد قضت مطرقة ناسميث Nasmyth التي تعمل بالبخار نهائيا على كور الحديد فلذلكان Vulkan واصبحت صناعة الآلات من عمل الآلة وليس من عمل الانسان ١٠٥٠ /



شکل (۱۸۰)

مخرطة من تصميم هنري مودسلاي Henry Maudslay (1771 - 1831) كانت هذه المخرطة تطوراً عظيماً . من قاموس العلوم الميكانيكية والفنون تأليف الكسندر جاميسون Alexander Jamieson لندن عام 1833 .



وبالرغم من ان صناعة الأجزاء المعدنية الدقيقة لم تعتمد على المعلومات العلمية إلا قليلاً بل اعتمدت على أداء الآلة وخبرة الحرفي إلا ان ذلك كان الطريق لكي تتطور الهندسة الميكانيكية وتأخذ طريق العلم / كانت التطبيقات الرياضية المعقدة لميكانيكة نيوتون في القرن الثامن عشر عديمة الفائدة للهندسة من الناحية العملية / حيث انه لا يمكن تحسين الآلة وزيادة دقتها وكفاءتها إلا عن طريق الحرفي الماهر وخاصة صانع الساعات / حتى في الأدوات الضرورية في الحرب لا يمكن صناعة مدافع ذات اسطوانات منتظمة ملساء من الداخل لكي يتحقق الأثر المدمر الفعال من استخدام النظريات المتعلقة بعلم القذائف ٤-٨٢ / كل ذلك تغير من خلال اتقان عملية القطع في المعادن كما امكن تقدير اداء الوسائل الميكانيكية من لوحة الرسم مع شيء من التنبؤ بهذا الأداء مسبقاً / ليس هذا فقط بل ادى ذلك الى تعبيد الطريق الى تبادل استخدام الأجزاء المعدنية في الآلات المختلفة مما ادى الى الانتاج بالجملة في القرن العشرين / كان أول التوقعات مصانع ايلي هويتني Eli Whitney للبنادق (١٧٦٥ - ١٨٢٥) والمصانع الحربية التي اقامها سبر صمويل بنثام واخيه جيرمي في روسيا عام ١٧٨٤ والتي اصبحت بعد ذلك مصانع الأميرالية الانكليزية وفيها كانت تصنع الآلات بواسطة مودسلاي وكلا المصنعين كانا مخصصين للانتاج الحربي /

### الثورة المعدنية /

لم يكن ممكناً تلبية الطلبات المتزايدة للآلات الجديدة وخاصة الآلات الثقيلة الخاصة بالتعدين أو السكك الحديدية والسفن والبناء بجانب الطلبات التي لا تنقطع من الهيئات العسكرية من غير وجود موارد متزايدة من المعادن وخاصة المعادن من الأصناف الجيدة / ان سهولة الحصول على الحديد والحديد الصلب بجانب الثورة في المثلورجيا الميكانيكية المتوقفة عليها كانت من الأسباب في قيام الثورة الصناعية ويمكن تقدير اهميتها من ظهور آلات النسيج والآلة البخارية وهنا أيضاً لم تعتمد الثورة في المثلورجيا إلا على قليل من العلم واعتمدت في الكثير على تجارب الحرفيين / استمر ذلك حتى حلت الفترة الحرجة وهي انتاج الحديد الصلب بالجملة وبكميات كبيرة في أواخر القرن التاسع عشر /

استمرت صناعة الحديد والصلب كحرفة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة /  
كان حذق الحدادين في العصور الوسطى في الشرق والغرب عالياً لا يمكن مجاراته /

ولكن كان انتاجهم اليدوي مرتفع الثمن بجانب قلته بحيث لم يكن يكفي الطلبات المتزايدة لصناعة المحارث وحدايي الأحصنة والمعدات الحربية وغير ذلك من الأدوات التي لا غنى عنها / اجهدت طلبات ادوات التسليح لحروب القرن السادس عشر مصادر الانتاج في غرب أوروبا حتى بعد اختراع الحديد الزهر ولاعتماد صناعة الحديد على الفحم والخشب ولاستنزاف المخزون منه دفعت / صناعة الحديد الطريق الى غابات السويد وروسيا وامريكا .

#### / عصر الحديد

كان لاستمرار الزيادة في طلبات التجارة والصناعة الأسراع في التحول الثوري من استخدام الخشب الى الفحم الكوك في أوائل القرن الثامن عشر وادى ذلك الى سيادة حقول الفحم على الغابات واحلال الفحم للاستهلاك المنزلي وكوقود في الصناعة بدلاً من الخشب / ولو ان استخدام الفحم لانتاج الحديد استمر فترة طويلة كما رأينا، إلا ان النجاح الحقيقي كان في اتاحة الفرصة لحل كثير من المشكلات الفيزيائية والكيميائية بعيداً عن تدخل العلم في ذلك الوقت / كان يجب حل هذه المشاكل عملياً مع المشاكل الأخرى المهمة على البيع من اجل الريح / كان سبب اخفاق مشروع ستوريفانت هو الطموح المتغالي والمحاولات لفرض الاحتكارات .

/ كانت نزاهة ومثابرة عائلة كويكر Quaker لداربيز Darbys هي التي تغلبت على كل هذه العقبات وبحلول منتصف القرن الثامن عشر احتفل بعصر الحديد الزهر الرخيص / كان ثمن الحديد الخام عام ١٧٢٨، ١٢ جنيهًا للطن انخفض الى ٦ جنيهات عام ١٨٠٢ . / ولكن كان استخدام الحديد الخام محدوداً فأمكن استخدامه في صناعة السكك الحديدية والكباري والطواحين واسطوانات الآلات والأعمدة ولكن لم يكن يستخدم في صناعة الآلات ولا قطع غيارها / اما الحديد المطاوع فكان يستخدم في حالات الصلابة والتوتر كما كان يستخدم الحديد الصلب في حالات المتانة مع المرونة / وجد الحل الجذري لصناعة مثل هذه الأنواع من الحديد في بوتقة هنتسمان Huntsman المصنوعة من الصلب عام ١٧٤٠ ، وطريقة كورت Cort بتحريك خام الحديد في حفرة بآلة خاصة عام ١٧٨٤ . لم تتطلب الطريقتان الى مساندة العلم بل نتجتا عن طريق الخبرة والذكاء / وفي أوائل القرن الثامن عشر بين ريمور Reaumur الذي كان يعمل في صناعة الحديد امكانيات وحدود العلم في ذلك الوقت ، فقد استطاع من خلال تجارب دقيقة ان

يحل لغز عمال الصلب وهو السر الذي كانوا يحتفظون به منذ أيام شاليبس Chalybes وهو ان الحديد الصلب يحوي فحماً ليس بالكثير ولا بالقليل ، ووجد انه يستطيع صناعه بصهر الحديد الخام مع الحديد المطاوع ، نشر شاليبس نتائجه ويعمله هذا خط بقلمه واحداً من انبل الأعمال وهو الدفاع عن حرية نشر المعلومات العلمية ٤-٣٣، ١٥١ / ولكن للأسف لم يستفد منها احد اما لعدم قراءتها بواسطة اصحاب ورش الحديد أو انهم وجدوها طريقة غير عملية /

استمر انتاج الحديد وبلغ الذروة خلال نهاية القرن الثامن عشر واولائل القرن التاسع عشر مع تخلف انتاج الحديد الصلب / كان كل التحسن في صناعة الحديد هو الاسراع في انتاجه باستخدام الهواء المضغوط أولاً ثم الساخن بعد ذلك وهي الطريقة التي ادخلها نلسن Neilson ( ١٧٩٢ - ١٨٦٥ ) الكيماوي ٥-٤ الذي كان يعمل في مصانع الغاز / استدعى هذا استخداماً أكثر للقوى الميكانيكية الجديدة لاستبدال الطريقة التقليدية القديمة بالطريقة الجديدة . /

### عصر الصلب

بسمير Bessemer - سيمنز Siemens - جلكريست توماس Gilechrist Thomas

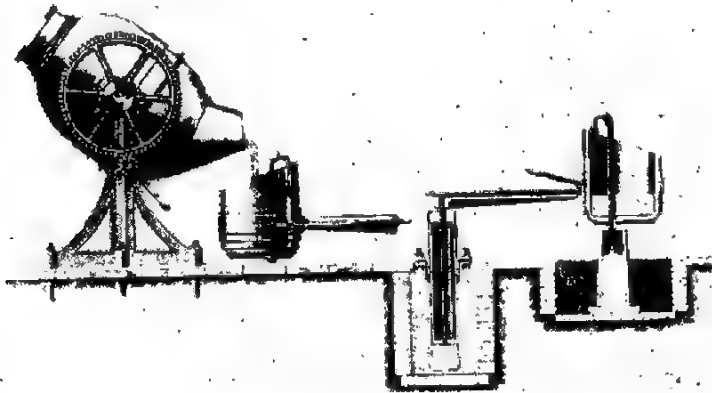
جاء التحول الجذري مع اختراع بسمير وهو إيجاد طريقة لصناعة الصلب الزهر بكميات كبيرة ، وفي هذه الطريقة يدفع الهواء خلال الحديد الغفل المنصهر ليشعل الكربون فتتولد حرارة كافية لبقاء الصلب منصهراً ، ويمكن اعتبار هذه الطريقة بالنصف علمية حيث بالرغم من انها تستند الى اسائن نظري إلا انهم توصلوا اليها بالتجربة / لم يكن بسمير من رجال العلم ولكنه كان مخترعاً مثاليا فكان يعلم القليل من العلوم وله خبرة قليلة عن المعادن / ولكن ليست له أي خبرة في صناعة الحديد ٥-٣ / ومن المشاهد انه لا المهندسين في مصانع الحديد ولا اساتذة الميتالورجي فكروا يوماً في مثل هذه العمليات فكانوا يعلمون الكثير ولا يعملون إلا القليل . /

وبعد ظهور طريقة بسمير عام ١٨٥٦ في صنع الصلب سرعان ما اتخذت الطريقة القديمة لها طريقاً جديداً للبقاء من خلال تطبيق نظرية سيمنز وهي توليد الحرارة وارتفاع درجتها باستخدام الجاز المستهلك لتسخين الهواء الداخل ، وبهذه الطريقة يمكن صهر كميات كبيرة من الصلب واستخدام طريقة ريمور ابتداء من الحديد الغفل والخام ، وبدءاً من عام ١٨٦٧ أصبح الخندق المفتوح منافساً قوياً

لمحول بيسيمر .

/ لكل من الطريقتين حدود خطرة ، فكلتاها تستعملان فقط في حالة الحديد الخام النقي - وهو ليس بالواسع الانتشار الموجود في السويد واسبانيا وبحيرة سوبيريور - وقبل استخدام الطريقتين في حالة حديد كليفلاند واللوين كان يجب اجراء عملية تنقية باستخدام قلوي لامتناس الفوسفور الضار / كان هذا من اكتشاف جيلكريست توماس Gilchrist Thomas عام ١٨٧٩ / وترجع أهمية هذا الكشف ليس فقط الى نتائجه العظيمة ولكن لكونه كشفاً علمياً خالصاً ٣- ١٢٤٠ / ولو ان توماس كان يعمل كاتباً في مركز للشرطة في ستيني Stepney إلا انه كان استاذاً في المثلورجيا النظرية ، وكان يعرف ما يريد بالضبط / وانتقلت تجاربه التي اجراها في قبوه بلندن بعد ثلاث سنوات لتطبق بنجاح على نطاق واسع في انتاج الصلب / كانت اعماله فألاً حسناً للثورة الصناعية في القرن العشرين /

/ دشنت الطرق الثلاث عصر الصلب فأولاً حل الصلب محل الخشب بسرعة كأداة انشائية في الأعمال الهندسية ، / وثانياً حل محل الحديد الزهر في صنع الأسلاك



شكل (١٨١)

/ طريقة صنع الحديد الصلب من تصميم هنري بيسيمر Henry Bessemer (١٨١٣ - ١٨٩٨) وتعرف بطريقة بيسيمر وقد احدثت ثورة في صناعة الصلب ولا تزال تستعمل الى الآن .

الحديدية والسفن والمدافع وكان الحديد الصلب الرخيص الثمن هو الأساس الذي اعتمد عليه الاستعمار في القرن التاسع عشر في التركيز على التجارة في المحيطات واستكشاف المستعمرات الاستوائية مع التحسينات في الطرق الحديدية والموانئ وكذلك التجهيزات المرتفعة الأثمان الضرورية للبحرية وأدوات الحرب .

### ( ٩ - ٣ ) الكهرباء والمغناطيسية

أول علم جديد ظهر بعد العصر النيوتوني هو الكهرباء وهو الموضوع الوحيد في العلوم الفيزيائية الذي لم يعره نيوتون انتباهاً وبالتالي شجع ما دونه من الباحثين العمل فيه / للكهرباء تاريخ اسطوري جديد ومعروف من أقدم العصور أن العنبر اذا ذلك بقطعة من الصوف يستطيع جذب أجسام صغيرة / وكان من الطبيعي مضاهاة ذلك بقوة جذب المغناطيس وكان من الطبيعي أيضاً أن تدمج القوتان في اعمال السحر في الأزمنة القديمة / ان عقيدة التقارب والجاذبية - فكرة الفضيلة - تنحصر في انواع خاصة من المواد وتظهر بمعاملات خاصة ويتمثل ذلك في العنبر باحتكاكه واكثر من ذلك في المغناطيس بسبب خواصه السحرية وانتقال فضائله الى جسم آخر باللمس .

بدأ ظهور علم المغناطيسية عندما امكن استخدام هذه الفضيلة في شيء نافع كالبوصله البحرية وقد شرحنا فيما سبق خطوات تطور البوصله من خلال اعمال بيتر Peter وروبرت نورمان Robert Norman وجلبيرت Gilbert التي ادت الى الدراسة العملية للمغناطيسية .

لم يكن جلبيرت دي ماجنيت Gilberts De Magnete مهتماً فقط بالمغناطيس بل شملت اهتماماته النظرية العامة للمغناطيسية بما في ذلك ظاهرة العنبر واختراع أول جهاز كهربائي وهو المؤشر المتزن الذي اعطى بعد ذلك الجلفانومتر والالكتروسكوب .

### الكهرباء الأولية - تأثير الاحتكاك

بالرغم من ان مغناطيسية جلبيرت كانت الهاماً لوضع نظرية الجاذبية إلا ان تجاربه الكهربائية لم تتطور وبقيت كما تركها خلال القرن السابع عشر وهو عصر التجارب الهامة . وفي أوائل هذا القرن لم يكن هناك أي أمل في أي تطبيقات نافعة فكانت التجارب الكهربائية عبارة عن لعب للتسلية بعيدة كل البعد عن اهتمامات

العصر التي كانت تنحصر في المكثنة والفراغ ، ومع ذلك كانت هناك بعض التجارب المتعلقة بالفراغ التي مهدت الطريق للتطورات الكبيرة التي حدثت في القرن التالي . وفي عام ١٦٦٥ اخترع فون جيريك Von Guericke - مخترع المضخة التي تعمل بالتفريغ الهوائي الكرة الدوارة وامكنه بالاحتكاك من حدوث ومضات ضوئية . كانت هذه هي نوع الآلة الكهربائية التي ساد استعمالها مئات من السنين ، ولكن بالنسبة له كانت نموذجاً لاثبات نظرياته الكونية / لاحظ بيكارد Picard (١٦٢٠ - ١٦٨٢) ان البارومتر اذا اهتز في الظلام يحدث نوراً أخضر - الفوسفور الزئبقي - اثار هذه الظاهرة هاوكسبي Hawksbee مساعد نيوتون في أوائل القرن الثامن عشر واثبت ان الاحتكاك مثل توليد الكهرباء يمكنه احداث تأثيرات ضوئية في الفراغ وهي الفكرة التي بنيت عليها كل انوار الفلورسنت ولكنه لم يجهد نفسه لمعرفة كيفية حدوث ذلك . /

#### جراي Gray : الموصلات والعازلات

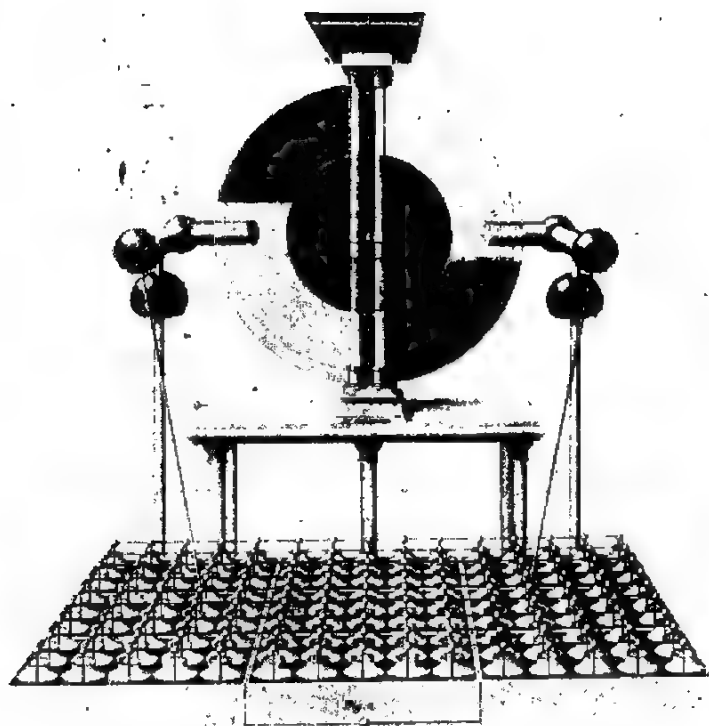
اجرى ستيفن جراي Stephen Gray (١٦٦٦ - ١٧٣٦) ٤-٥٠ . وهو تلميذ من تلامذة نيوتون سلسلة اخرى من التجارب اوصلته عام ١٧٢٩ الى اكتشافه المضيء وهو توصيل الكهرباء / كان اكتشافه أولاً عن طريق الصدفة ولكن بالثابرة الذكية اهتمدى جراي خطوة بعد خطوة الى أن الكهرباء التي ولدها بالاحتكاك يمكن توصيلها الى مسافات كبيرة / كانت أول ملاحظاته ان السدادات التي وضعها في نهاية القضبان الزجاجية تجذب قطع صغيرة من الورق أو المعدن ثم فكر في وضع عصي في نهاية السدادات ثم كور في نهاية القضبان ثم كور في نهاية خيوط ، كل ذلك جذب القطع الورقية والمعدنية بنفس المقدار ، واخيراً جعل الكهرباء تخرج من الغرفة باستعمال خيط من الحرير الى الحديقة وكان هذا أول اختراع للتلفراف الكهربائي / اما الاكتشاف العظيم الذي توصل اليه هو ان الكهرباء شيء يمكن ان ينسكب من مكان الى آخر دون ان يظهر لها أثر مادي ، أي ليس لها وزن « سائل لا يمكن تقدير تأثيره أو وزنه » «Imponderable Flukd» . يمكن للكهرباء ان تسري في اجسام مثل الزجاج أو الحرير وسماها بالمواد الكهربائية ، وهناك بعض المواد لا تسري فيها الكهرباء والتي نسميها بالعازلات ، ومن ناحية اخرى هناك بعض المواد تسري فيها الكهرباء ولكنها لا تولدها مثل المعادن والخيوط الرطبة وتسمى بالمواد غير الكهربائية أو الموصلات . /

/ دوفاي Dufay : نوعان من الكهرباء

كانت اخبار هذه التجارب مسلية وسرعان ما انتشرت وأصبحت الكهرباء شكلاً شائعاً وأداة للتنسليه واهتم بها بعض الهواة / في فرنسا وجد دوفاي عام ١٧٣٣ نوعين من الكهرباء نوع ينتج من احتكاك الزجاج والنوع الثاني من احتكاك الراتنج / بدأ كثير من الناس بناء آلات كهربائية لمحاولة اجراء التجارب وعرضها على الناس لجمع المال ،

/ اناء ليدن والصدمة الكهربائية

كانت فكرة واضحة هي محاولة خزن الكهرباء في اوانٍ / وفي عام ١٧٤٥ حاول فون كليست Von Kleist احد رجال الكهنوت ان يمرر الكهرباء في اناء بواسطة مسمار ، وبماسكه الزجاجية في احدى يديه وملامسة المسمار باليد الأخرى تلقى أول صدمة كهربائية صناعية / بعد ذلك بعدة شهور اجرى موشنبروك Musschenbrock (١٦٩٢ - ١٧٦١) نفس التجربة في هولندا ولم يكن بينهما أي اتصال ، وبما انه كان صانعاً للأجهزة العلمية وله اتصالات كثيرة في العالم المثقف اقترن اسمه بما يعرف الآن باناء ليدن / كان لهذا الكشف تأثير كبير فحاول كل انسان في ذلك الوقت ان يجري التجربة على نفسه ويرى تأثير ذلك على الآخرين واصبحت الكهرباء الأسلوب السائد في القصور الملكية حتى ان ملك فرنسا في ذلك الوقت كهرب كل لواء الحرس لجعلهم يقفزون قفزة واحدة في انسجام وذلك عن طريق الصدمات الكهربائية من أواني ليدن . /



شكل (١٨٢)

أدى اختراع اناه ليدن في أواخر القرن الثامن عشر الى امكان تخزين الكهرباء ، والحصول على كهرباء ذات جهد عالٍ . كان الاناء يحوي شرائح معدنية ومصنوعاً من الزجاج . كانت الشحنات الكهربائية تخزن في الأشرطة المعدنية ، الشحنات الموجبة في شريط والشحنات السالبة في شريط آخر . أدى اناه ليدن الى بناء المكثف وبعد ذلك دوائر كهربائية . في الصورة بطارية من اواني ليدن تشحن من آلة كهربائية . من موسوعة ابراهيم ريس Ibrahim Raes لندن ١٨٢٠

#### فرانكلن : الكهرباء الموجبة والسالبة

ذاع صيت الكهرباء في العالم كله بحيث ان فرانكلن Franklin وهو بعيد في فيلادلفيا سمع عنها واحضر بعض الأدوات الكهربائية وبعقله الثاقب وادراكه



القوي واجهزته الخاصة التي صممها استطاع ان يرى الحقيقة بين فرضي التجارب السابقة ويضع لها الحلول الصحيحة والتي لا تزال باقية الى الآن ومن هذه النتائج وجود نوع واحد من الكهرباء وتصورها نوع من السوائل غير المادية والتي توجد في جميع الأجسام غير محسوسة ما دامت مشبعة بها ، فاذا اضيف شيء اليها أصبحت موجبة الشحنة اما اذا فقد شيء منها أصبحت سالبة ، وميل السائل الكهربائي الى حالة التوازن هو السبب في الجذب الكهربائي واذا كان شديداً سبب الشرر والصدمات ، واذا احللنا هذا السائل بالالكترونات عدمية الوزن وغيرنا شحنته من السالب الى الموجب اي اضعنا اليه مزيداً من الالكترونات أصبح شرح فرانكلن هو النظرية الحديثة للشحنة الكهربائية .

### مانع الصواعق

كان هذا الشرح البسيط لفرانكلن مع شرح عمل اناء ليدن هما اهم انجازاته في مجال النظرية الكهربائية والتي اكدت شهرته العلمية ولكن الذي حاز اعجاب العالم وادهشهم هو ادراكه بأن الشبه كبير بين الشرر الكهربائي الذي يصدر في المعمل والبرق الذي استطاع ان ينتزعه من السماء بواسطة طائرته الصغيرة ويثبت انه كهرباء ، ويطريقته العملية استطاع ان يضع النهاية وهي منع الضرر المتسبب من البرق - وهو شديد في الدنيا الجديدة - باستخدام مانع الصواعق الذي جربه عام ١٧٥٣ ، وبهذا الاختراع أصبحت العلوم الكهربائية لأول مرة ذات نفع عام . كان لوطنية وتمرد فرانكلين تأثير جانبي غريب في انكلترا ، ففي عام ١٧٨٠ صمم الملك جورج الثالث ان تكون مانعة الصواعق الموضوعة أعلى قصر كيودات اطراف مستديرة بدلاً من ان تكون مدببة كما اقترح فرانكلن ، ولكن السير جون برنجل Sir John Pringle ( ١٧٠٧ - ١٧٨٢ ) رئيس الجمعية الملكية لم يوافق على ذلك ، وأيد رأي فرانكلن ومن أجل ذلك اجبر على الاستقالة ، وهناك فكاهة معاصرة تلخص هذا الجدل في القول اللاذع الآتي :

بينما انت يا جورج العظيم من أجل صيدامين

غيرت المانع من حاد الى كليل

فالشعب لم يعد متحداً ولا ذليل

ورأي فرانكلن السديد يقود

وكل آرائك في مانع الصواعق لا تعود

## كولب وقانون الجاذبية

بالرغم من كل هذه التطورات بقيت الكهرباء والمغناطيسية من الأسرار الغامضة فهي سواثل لا تؤثر ولا يمكن وزنها / ولم يبدأ دراستها دراسة كمية إلا بعد إيجاد بعض الطرق لقياسها / كان هذا من نصيب كولب (Coulomb ١٧٣٨ - ١٨٠٦) عام ١٧٨٥ الذي كان مشغولاً اصلاً بتحسين البوصلة البحرية ١٢.٥ ووجد طريقة لتعليق الابرة على وتر خفيف واستخدمها لقياس القوى بين القطبين المغناطيسيين وبعد ذلك بين الشحنات الكهربائية ، وهذا هو الميزان الزنبركي ، وهو الأصل في معظم الأجهزة الكهربائية الدقيقة في الوقت الحاضر والتي توصل اليها ميشيل Michell (١٧٢٤ - ١٧٩٣) واستخدمها بعد ذلك كافندش Cavendish (١٧٢٤ - ١٨١٠) (\*) (٢١). وبهذا وضع كولب الحدس الذي استمر لعدة سنوات وهو ان القوى التي بين الأقطاب المغناطيسية وكذلك بين الشحنات الكهربائية تتبع نفس القانون الذي تتبعه الجاذبية. وهو ان القوة تتناسب تناسباً طردياً مع مربع المسافة / وصل بريستلي عام ١٧٦٦ من خلال تجاربه الى نفس النتيجة التي توصل اليها كافندش عام ١٧٧١ وهي انه لا توجد شحنة كهربائية داخل الموصل / اتاحت كل هذه التجارب الفرصة لجميع اجهزة نيوتن الميكانيكية لكي تستخدم في التجارب الكهربائية مع فارق واحد وهو ان في الكهرباء توجد القوى المتجاذبة مع المتنافرة. /

## الكهرباء الحيوانية : جلفاني Galvani

لم يقف التقدم في العلوم الكهربائية الى حد استعمالها الكمية بل مرة اخرى كما حدث في اثناء ليدن تدخلت الاحساسات الانسانية والحيوانية لتدفع وترشد في مجال العلوم الفيزيائية ، فقد لاحظ المفكرون والمشاهدون الأذكياء بأنه يوجد تشابه شديد بين الصدمات الكهربائية التي تحدثها آنية ليدن ٨٣.٥ وتلك التي تحدثها مختلف الأسماك الكهربائية وخاصة سمك الورنك أو التريبدو Torpido. وفي عام ١٧٧٦ تمكن كافندش ان يصنع نموذجاً لسمكة التريبدو من الجلد واصله بطارية من آنية ليدن وادى هذا الى فكرة الكهرباء الحيوانية ، وقد أجري الكثير من التجارب الفاشلة لالابات ذلك الى ان جاء جلفاني Galvani (١٧٣٧ - ١٧٩٨) استاذ التشريح بجامعة بولونيا فأجرى تجارباً على الحيوانات مستخدماً اجهزة كهربائية فلاحظ ان ارجل الضفادع تنكمش عند حدوث ومضات ضوئية /

ومضت ست سنوات قبل ان يلاحظ انه ليس من الضروري وجود اجهزة كهربائية لكي تنكمش أرجل الضفدعة بل يكفي ان تصل معدنين مختلفين وملتصقين بالمعصب والمضلة لكي يحدث الانقباض .



شكل (١٨٣)

اكتشاف الكهرباء في الحيوان بواسطة لويجي جلفاني Luigi Galvani والذي تبعه في ذلك جيوفاني Giovanni Aldini (١٧٦٢ - ١٨٣٤) والذي كان يحاضر في تأثير الكهرباء في مجال الطب في جامعة بولونيا ومستشفى توماس في لندن .

## التيار الكهربائي والبطارية - فلتا Volta

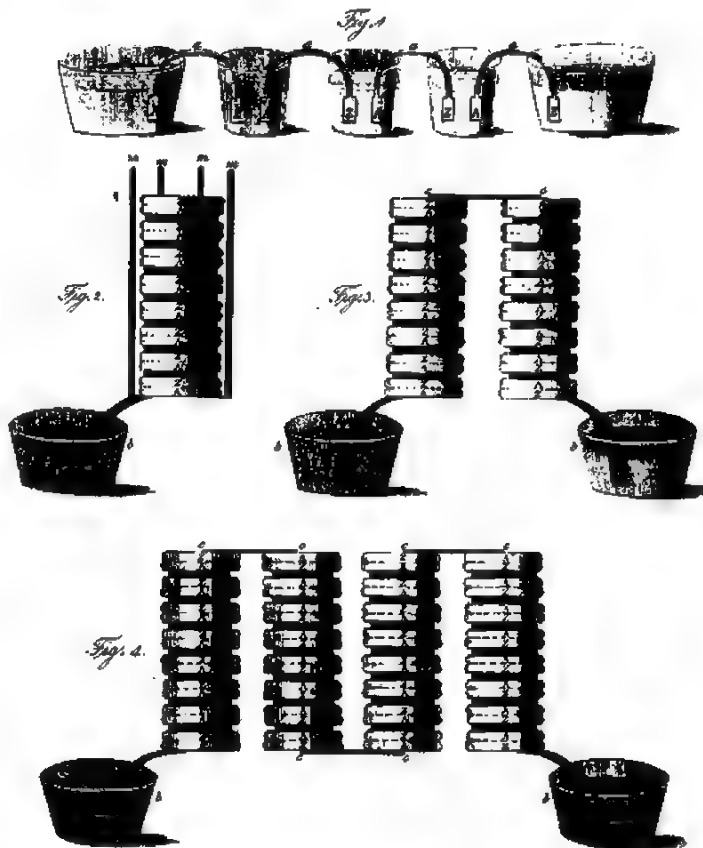
اكتشف جلفاني التيار الكهربائي ولكنه لم يدركه / كانت اهتماماته منصبة على وظيفة الأعصاب التي جعلته يدرك من تجاربه حقيقة الكهرباء الحيوانية ؛ كانت هذه الحقيقة في حاجة الى عقل ثاقب ليدركها فكانت من نصيب مواطن من بلده هو اليساندرو فولتا Alessandro Volta (1745-1827) استاذ الفيزياء في جامعة بافيا Pavia ، ففي عام 1795 اثبت عملياً كيف يحدث تياراً كهربائياً دون تدخل الحيوان ، فقد استطاع ان يحدث هذا التيار بوضع قطعتين معدنيتين مختلفتين بينهما سائل أو قطعة قماش مبللة وبهذا صنع أول بطارية كهربائية ،

ان تطور الكهرباء في أواخر القرن الثامن عشر هو مثال واضح لالتقاء التأثيرات المختلفة لجميع العلوم في نقطة واحدة وكذلك الحافز الذي دفعته الثورة في ذلك الوقت لكل شيء جديد ونافع / وبناء على تأثير الكهرباء الفسيولوجي حاول الأطباء وحتى الدجالون ايجاد طرق جديدة لعلاج الأمراض ، وبين هؤلاء كان الدكتور جون جراهام John Graham من المعهد الصحي الذي ترأسه الأنسة ايماليونز Emma Lyons والتي اصبحت بعد ذلك السيدة هملتون Lady Hamilton وفي نفس الوقت ومن خلال مجهودات الأطباء دخلت الكهرباء في خدمة كيمياء الهواء المضغوط / وفي عام 1800 استخدم الدكتور كارليس Dr Carlisle (1748 - 1816) وهو جراح من لندن وصديقه ولیم نيكلسون William Nicholson (1753 - 1816) وهو مهندس وتاجر وناشر للكتب العلمية البطارية الجديدة لتحليل الماء إلى مكوناته الأوكسجين والهيدروجين / وبهذا وضعوا نهاية لمشكلة اساسية في الكيمياء أساساً لفرع جديد هو الكيمياء التحليلية ،

اصبحت بطاريات جلفاني من ضروريات المعامل حيث كانت أواني ليدن تستخدم قبل ذلك / وفي أول الأمر كانت مرتفعة الثمن ولم يقتنها إلا الأثرياء ، ولذلك كان على دافي Davy عام 1802 ان يصنع المعادن الجديدة وهي الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام اكبر بطارية في العالم الموجودة في المعهد الملكي / اخرجت هذه التجارب الكهرباء من عزلتها - كظاهرة غير مألوفة وربطتها بدائرة العلوم ، وبدأت الكهرباء تبشر بالنفع بجانب الاهتمام ولم يتحقق هذا النفع لأجيال عديدة الى أن حدث ارتباط بين الكهرباء والمغناطيسية .

/ وباستثناء التشابه بين نوع الكهرباء الناتجة من عمود جلفاني والناتجة من

الآلة بالاحتكاك واختلافها فقط في الكمية والقوة ، ظل التيار الكهربائي مغلقاً بحجاب من الغموض لعشرين سنة بعد ذلك ، كانت التيارات المتولدة من البطاريات مختلفة من حيث القوة ولا يمكن تقديرها ولا استخدامها للقياسات المختلفة إلا اذا اكتشف تأثير جديد للتيار الكهربائي .



شكل (١٨٤)

وكان اختراع السندرو فولتا Alessandro Volta (١٧٤٥ - ١٨٢٧) شيئاً جوهرياً حيث وضع اساساً لعمل تيار كهربائي مستمر في ايدي المجريين والمهندسين . جاء ذلك في خطاب فولتا الى الجمعية الملكية عام ١٨٠٠

## الكهر ومغناطيسية

ان اوجه التشابه العديدة بين الكهرباء والمغناطيسية جعل الفيزيائيون يفكرون في العلاقة التي تربطها / كان من الصعب ايجاد هذه العلاقة الى ان جاء عام ١٨٢٠ عندما وجد اويرستد Oersted (١٧٥٧ - ١٨٥١) في كوبنهاغن ان التيار الكهربائي يحدث انحرافاً في ابرة البوصلة وسرعان ما ادمج علمي الكهرباء والمغناطيسية في وحدة واحدة وتم ذلك الى الأبد / وكان من نتيجة ذلك اكتشاف استورجيون Sturgeon (١٧٤٣ - ١٨٥٠) للكهر ومغناطيسية عام ١٨٢٣ وتطورها بفضل هنري Henry (١٧٩٩ - ١٨٧٨) الذي ادى الى اختراع التلغراف السلكي والموتور الكهربائي .

/ كان لانحراف الابرة في البوصلة بواسطة التيار الكهربائي اهمية كبرى من الناحية النظرية فخلال تجارب امبير Ampère (١٧٧٥ - ١٨٣٦) وجوس Gauss (١٧٧٧ - ١٨٥٥) واوم Ohm (١٧٨٧ - ١٨٥٤) تم فهم حقيقة المجال المغناطيسي الذي يحدث نتيجة التيار الكهربائي والطريقة التي يمر بها في الموصلات واصبحت الكهرباء الآن علماً كماً واخذت طريقها الى الوسائل الرياضية في الميكانيكا / ومع ذلك اختلفت القوانين الجديدة عن قوانين نيوتون ، فبينما يعتقد نيوتون ان كل القوى التي تعمل بين جسمين تؤثر في خط يصل بين مركزيهما ولكن هنا يوجد قطب مغناطيسي يتحرك عمودياً على هذا الخط موصلاً إياها بالسلك الموصل للتيار الكهربائي / كان هذا أول تحول من نظرية المجال السكالاري Scalar البسيط ( كمية لها ابعاد ولكن ليس لها اتجاه ) الى نظرية الموجات Vector حيث يمكن تقدير الاتجاه والمسافة / اعطت هذه الاكتشافات الفيزيائية القوة الدافعة للرياضيات وفصلتها عن المعتقدات النيوتونية العقيمة .

## / اكتشافات جاءت عن طريق الصدفة

من الأمور المسلية ان نلقي نظرة على الاكتشافات التي جاءت عن طريق الصدفة والتي أثرتنا بهذه الكمية من المعلومات / وفي أول الأمر يجب ان نؤمن بفكرة ان العلم لا يمكنه التكهن بشيء بل يعتمد كل الاعتماد على الاكتشافات التي تأتي بالصدفة / واليوم نعلم طبيعة الأشياء التي تربط بين أوجه الطبيعة المختلفة وكان من الصعب ان نعرف شيئاً عنها على المدى الطويل / اهتمت فكرة التوحيد أويستد بأن يدرس العلاقة التي تربط الكهرباء بالمغناطيسية لمدة ثلاثين عاماً ولم يكن

اكتشافه لهذه العلاقة نتيجة أي تخطيط سابق / وفي هذه الحالة بما ان الكثيرين كانت تسليتهم اللعب بالتيارات الكهربائية والابر المغناطيسية فلا بد وان واحدا منهم لاحظ العلاقة بينهما / ولكن لم يتم بها الكثيرون / ان المشكلة في العلم ليس في اداء الاكتشاف ولكن في معرفة ان واحدا قام به / ففي كل التجارب توجد العديد من التأثيرات والنتائج والكثير منها ليست له دلالة والمطلوب شيء من الذكاء والفطنة لكي نرى فيها الشيء الذي له معنى / هذا هو الحال عندما لا يوجد شيء هام في نظرية موجودة لكي يتنظر منها شيء يحدث أو أكثر من ذلك كما يحدث عادة / عندما توجد أسباب قوية في عدم وجود شيء نتظره منها / وفي القريب أو في البعيد اذا حدث ان اناسا يفكرون ويدققون في مجال من المجالات فلا بد ان واحدا منهم أوتي من الذكاء والفطنة وقوة الملاحظة الشيء الكثير ينجح ويقوم هو بالاكتشاف /

### ميشيل فاراداي Michael Faraday - التأثير الكهرو مغناطيسي

قبل معرفة العلاقة التي تربط الكهرباء بالمغناطيسية معرفة تامة يجب اجراء خطوة هامة اساسية / رأينا كيف ان التيارات الكهربائية تحدث المغناطيسية فعلينا الآن معرفة الى اي مدى تحدث المغناطيسية التيارات الكهربائية / ولو ان هذا الكشف تأخر في الظهور عشر سنوات اخرى إلا انه لم يكن نتيجة الصدفة كما حدث لأورستد / ولكن جاء نتيجة بحوث منظمة ومخططة اجراها فاراداي ، ففي عام ١٨٣١ وفي عيد ميلاده الأربعين اعلن فاراداي بأن العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية علاقة ديناميكية وليست استاتيكية ، فيجب تحريك مغناطيس بالقرب من موصل لتوليد التيار الكهربائي هـ / اثبتت هذه الملاحظة الهامة بأن المغناطيسية ليست فقط مكافئة للكهرباء في الحركة ولكن بالعكس ان الكهرباء هي مغناطيسية متحركة وبذلك امكن مناقشة الظاهرتين سويا في العلم الجديد وهو الكهرومغناطيسية /

/ كان لاكتشاف فاراداي اهمية اكبر بكثير من اكتشاف أورستد حيث انه يعني امكان توليد تيار كهربائي بشغل ميكانيكي / وبالعكس يمكن حدوث عمل ميكانيكي بتيار كهربائي / وخلاصة القول كانت جميع الصناعات الكهربائية الثقيلة من اكتشاف فاراداي ولكن اخذ هذا الموضوع نحو خمسين سنة لكي يوضع موضع التنفيذ العملي بكل امكاناته / كانت لفاراداي رغبة ضئيلة لكي يتجه

الوجهة العملية في اكتشافاته ولم يكن ذلك نتيجة أي سبب علماني ولكن فراداي كان يعلم من تجاربه في المحيطين التجاري والاداري مدى المتاعب التي تناله من جراء تقديم أي رأي من آرائه للمجال العملي الاستغلالي / وشعر بأنه يمكن الاستفادة من وقته أكثر بكثير بطريقته الخاصة ٢٨٥ /

/ كان فراداي مهتماً كما تدل على ذلك مذكراته بمشروع طويل الأجل لإيجاد العلاقة التي تربط جميع القوى المعروفة لعلم الفيزياء في ذلك الوقت من كهرباء ومغناطيسية وحرارة وضوء / وبعده من التجارب الدقيقة الذكية استطاع ان يحدد امكانية كل من هذه القوى / كما اكتشف خلال اجراء هذه التجارب العديد من المشاهدات التي لم يتم ازالة الحجاب عنها الا في عصرنا الحالي ٤٦٥ /

### المجال الكهرومغناطيسي : ماكسويل Maxwell

كان فراداي من القلائل في الوسط الفيزيائي الذي يمتلك رؤية حادة وإدراك غير عادي نحو القوى التي يتعامل معها / فقاده خياله الخصب الى رسم صورة للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المجهزة بخطوط وأنابيب من القوى مبيناً انه اينما وجدت انبوية مغناطيسية تقطع موصلًا كهربائياً فإنها تولد تياراً كهربائياً وبالعكس فإن مرور التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً / وهذا المعنى فإن عمل فراداي انما هو تكملة لاستنتاجات نيوتون الرياضية العظيمة / حيث تحمل المجالات والجهود محل الجذب بين النقط الهندسية / كانت مهمة كلارك ماكسويل Clark Maxwell (١٧٣١ - ١٨٧٩) هي تحويل بديهيات فراداي الكيفية الى معادلات رياضية كمية / وقد لخص في صيغة مختصرة النظرية الكهرومغناطيسية بعيداً عن تأثيرات الكهرباء الصعبة المراس على المواد كما يحدث في عزل الكهرباء ، وأدت هذه الصيغة الى اكتشاف الالكترودن /

### شكل (١٨٥)

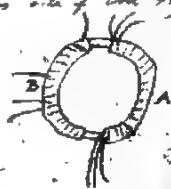
صفحة من كراسة ميشيل فراداي Michael Faraday (١٧٩١ - ١٨٦٧) تين مخطوطاً لتجاربه التي اثبت بها أن المغناطيسية يمكن أن تولد تياراً كهربائياً في ملف من السلك وهو الكشف الذي أدى الى صنع المحول .



Aug 29th 1851.

Apple in the production of Redhead from Wagoner's old

There has been no more made (still more) some were made in the  
 thick of my 6 inches in diameter. Wood was made  
 into of upper wire some were half the wire being separated  
 by thin fabric - there were 3 lengths of wire each about 24  
 feet long and they were made as one length as used  
 as separate lengths by turn with a length each was  
 inserted from the other. Well with this side of the ring  
 A on the other side but separated by an  
 internal wire wound wire in two pieces  
 together annularly to about 6 feet in  
 length the double length with the former  
 into this side all B



Charged a battery of 10 ft plates 6 inches square and  
 the out in 3 sides are used and connected its extremities by  
 a upper wire passing to distance and put over a separator  
 with (1 ft from wire) then connected the side of wire  
 pieces on a side with battery immediately a small effect was  
 I could not get it but on my first position in battery  
 connection of a side with battery gave a distinct effect  
 of the machine

Made with the wire on the other side and out in  
 out from battery through the whole effect was much  
 stronger than before

The effect of the machine then but a very small first  
 later which the wire immediately directly with the battery  
 could produce

## الموجات الكهرومغناطيسية

ادت معادلات ماكسويل الى نتائج اكثر من ذلك بكثير ، فقد بينت من طبيعتها انه يمكن تطبيقها على الموجات الكهرومغناطيسية المضطربة التي تنتقل بسرعة تكاد تكون في سرعة الضوء / شهد القرن التاسع عشر تراجعاً في طبيعة الضوء فقد اكد نيوتون عن اقتناع - ولم يستطع احد خلال مائة عام ان يجادله في ذلك - ان الضوء يتكوّن من دقائق مضطربة تنتشر في الفضاء بسرعة كبيرة / وفي عام ١٨٠١ اضطر الفيزيائي توماس يونج Thomas Young (١٧٧٣ - ١٨٢٩) في انكلترا والفيزيائي فريسنل Fresnel (١٧٨٨ - ١٨٢٧) في فرنسا الى الرجوع الى رأي هيجنز Huygen نتيجة تجاربهما على تداخل واستقطاب الضوء وأن الضوء عبارة عن موجات / وبعد معركة حامية مع اتباع نيوتون حملوا ولمدة مائة عام النظرية الموجية للضوء دون تحد من احد / ومع ذلك اذا لم يكن من المعقول وجود الدقائق المضطربة فلا بد من وجود الوسط الذي يحمل الموجات حتى في الفراغ المتسع والاثير المضيء الذي يمتاز بالصلابة المتناهية مع الرقة الشديدة ١٦٨-٤ ، والذي خلق ليقوم بهذا العمل ، ولكن كان من المعروف ان الكهرباء والمغناطيسية تعملان خلال الفضاء الفارغ ، ومن أجلهما خلقت المجالات غير الملموسة والتي يصعب ادراكها / اوضح ماكسويل وجود اثير واحد غامض يعمل للثلاثة ، وقد انجز وسط الكثير من المعلومات الفيزيائية التي مهدت الطريق لما تم من تطور في الفيزياء بعد ذلك /

/ من هذه التطورات اتفاق الآراء بأن الضوء بجميع اشكاله يظهر كظاهرة كهرومغناطيسية وثانياً الاستنتاج بأن الذبذبات الكهرومغناطيسية يجب ان تعطي تموجات في الاثير مشابهة للموجات الضوئية ولكن بذبذبات أقل بكثير / اثبت ذلك هيرتز Hertz (١٨٥٧ - ١٨٩٤) عملياً عام ١٨٨٨ واصبحت تلك المشاهدات أساس الاتصالات اللاسلكية .

/ ومعادلات ماكسويل اصبحت النظرية الكهربائية تامة وكاملة بحيث لم يبق للفيزياء شيء في مستقبلها إلا التوسع لتبلغ حد الكمال / وفي الحقيقة كما سنرى في الفصل التالي انها غطت جزءاً صغيراً من ظاهرة الكهرباء وأن وحدة الكهرباء وهي الالكترون غابت كلية من معادلاته .

## التباطؤ في استخدام الكهرباء

لعرض قصة متكاملة لتطور وتقديم النظرية الكهرومغناطيسية قبل انها نتيجة طبيعية تمت خلال القرن التاسع عشر / ولكن تطور الكهرباء خلال هذه الفترة كان له وجه تطبيقي آخر تفاعل تفاعلاً مستمراً مع تقدم النظرية الكهربائية ١٨٣٠-٣ / فمنذ عام ١٨٣٠ أصبحت الكهرباء مرتبطة بالحياة الاقتصادية أولاً في صورة موصلات ثم عمليات الطلاء ثم الانارة ثم توليد القوى المحركة مع شكلين جديدين للاتصالات وهما التليفون واللاسلكي اللذان ظهرا في أواخر القرن التاسع عشر / كانت الكهرباء أول أداة علمية تخلق صناعة خاصة بها دون تدخل عوامل تقليدية موروثة /

كان استخدام الكهرباء بطيئاً لأنه بالرغم من حرص الممول الرأسمالي على الأخذ بالأساليب الجديدة بعيداً عن منافسيه كانت هناك الكثير من المتاعب لاستخدام أي شيء متطور قبل الثبوت من فائدته مادياً / ، بجانب ان كلا من العلماء الأكاديميين والمخترعين المستقلين كانوا في ضيق مالي ولا يستطيعون تمويل مثل هذه المخترعات أو التطورات / وكان الطريق الوحيد الذي امكن اتجاوزه هو انتاج اشياء يمكن بيعها بسرعة وكذلك تمويل اختراع جديد من مكسب بيع اختراع قديم / قليل من الناس هم الذين قبلوا التغلب على كل هذه الصعاب للاستفادة من تطبيق هذه المنجزات الهامة ، وللأسف كان الفشل نهاية معظمهم /

وفي طريق تحول مثل هذه الاكتشافات من المعمل الى المصنع امكن تمييز اربع مراحل رئيسية تختص كل واحدة بناحية عملية مختلفة للتطبيقات الكهربائية الجديدة / هذه المراحل هي التلغراف وعمليات الطلاء الكهربائية والمصباح الكهربائي واخيراً اسلاك المصباح الكهربائي / احتاجت المرحلة الأولى تياراً كهربائياً ضعيفاً أدى الى تحسين عمل البطاريات وادوات الاستقبال وبالتالي تطورت في النظرية الكهربائية / اما عمليات الطلاء الكهربائي فتطلبت تيارات قوية مما استدعى وضع حوافز لاستخدام اجهزة ميكانيكية لتوليد الكهرباء وادى ذلك الى تطبيق نظرية فرايدي لأول مرة التي تستخدم مغناطيسيات دائمة ، وبعد ذلك أصبحت صناعة طلاء المعادن رخيصة غير مكلفة /



شكل (١٨٦)

جيمس كلارك ماكسويل James Clerk Maxwell كانت معادلاته عام ١٨٧٣ بخصوص النظرية الكهرومغناطيسية اساس تطورات فيزيائية حديثة وفي تكنولوجيا الالكترونيات / صورة مأخوذة من نقش على الصلب من صنع ستودارت Stodart من كتاب حياة كلارك ماكسويل تأليف لويس كامبل Lewis Campbell ووليم جارنيت William Garnett لندن ١٨٨٢ .

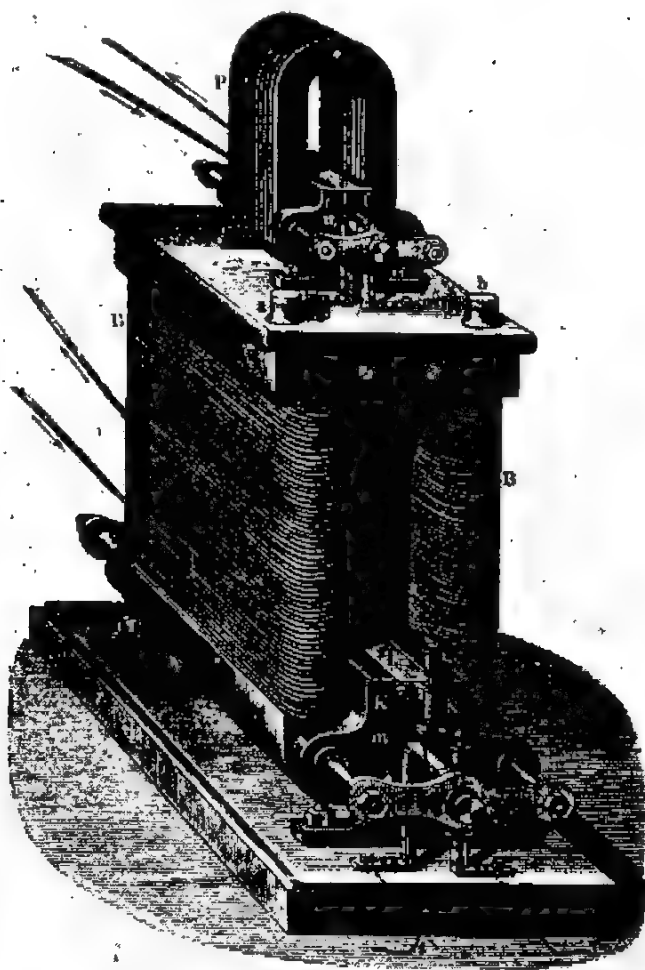
## المصباح القوسي والدينامو

اتاح المصباح القوسي مجالاً متسعاً للعمل كما اصبحت الحاجة الى مولدات كهربائية ملحة / كان لاكتشاف ويلد (Wilde ١٨٣٣ - ١٩١٩) وسير وليم سيمنز William Siemens (١٨٢٣ - ١٨٨٣) عام ١٨٦٧ فضل استخدام التيار الكهربائي المولد من آلة كهربائية لاثارة المجال الكهرومغناطيسي لآلة اخرى والذي ادى الى اختراع الدينامو وهو عنوان الطاقة للمعصر الجديد / وبانتاج تيار كهربائي منخفض التكاليف بدأ استخدامه في اغراض شتى أهمها اثار المنازل والمحلات التجارية حيث كان يستخدم المصباح القوسي وهو شديد التلوث /

كان الحل لمشكلة تقسيم الضوء الكهربائي هو استعمال المصباح المتوهج بخيط من الكربون ثم من المعدن في مصباح مفرغ / وكانت المشكلة الفنية هي عمل مصابيح كهربائية رخيصة ومتينة في نفس الوقت وتم التوصل الى ذلك بالعمل المتواصل فصنعت في روسيا بواسطة لوديغين (Lodygin ١٨٤٧ - ١٩٢٣) عام ١٨٧٢ وبواسطة سوان (Swan ١٨٢٨ - ١٩١٤) في انكلترا / كان انتاج المصابيح الكهربائية تجارياً في حاجة الى آلة متطورة لتفريغ الهواء وأدى الدافع القوي لهذا الغرض الى سرعة ايجادها ولكن كانت العقبة في التوزيع / كان انجاز اديسون العظيم هو انشاء محطة لتوليد الكهرباء عام ١٨٨١ مع نظام لتوزيعها مما جعل المصابيح الكهربائية صالحة للاستعمال في كل المنازل كالماء والغاز ٦٥- /

لم يكن السبب في مرور خمسين عاماً بين اكتشافات فرداي وتطبيقات اديسون هو تقصير علمي أو تكنولوجي ولكن كان السبب الحقيقي اقتصادياً ٥-٣ واجتماعياً / لم تكن هناك وسائل متاحة في منتصف القرن التاسع عشر لقيام مؤسسة لاستغلال اكتشاف علمي قبل ان يثبت منفعة وكسبه ، وعندما ظهر الضوء الكهربائي والطاقة انتشرا خلال القرن التالي بسرعة اكبر بكثير من انتشار البخار /

كانت تجارب أويرستد وفرداي في مجال الكهرومغناطيسية التي صاغها ماكسويل في معادلاته الرياضية هي الأساس الذي اعتمدت عليه الكهرباء في انتشارها كطاقة محركة للمواصلات والقاطرات والحرارة والاثارة وكذلك استخدامها في التلغراف والتليفون ، وفي الحقيقة لم تحدث أي اضافات جذرية للعلوم الفيزيائية منذ عام ١٨٣١. باستثناء التطبيقات الالكترونية كانت الصناعات الكهربائية خلال القرنين التاسع عشر والعشرين مثلاً واضحاً وجلياً لصناعة علمية

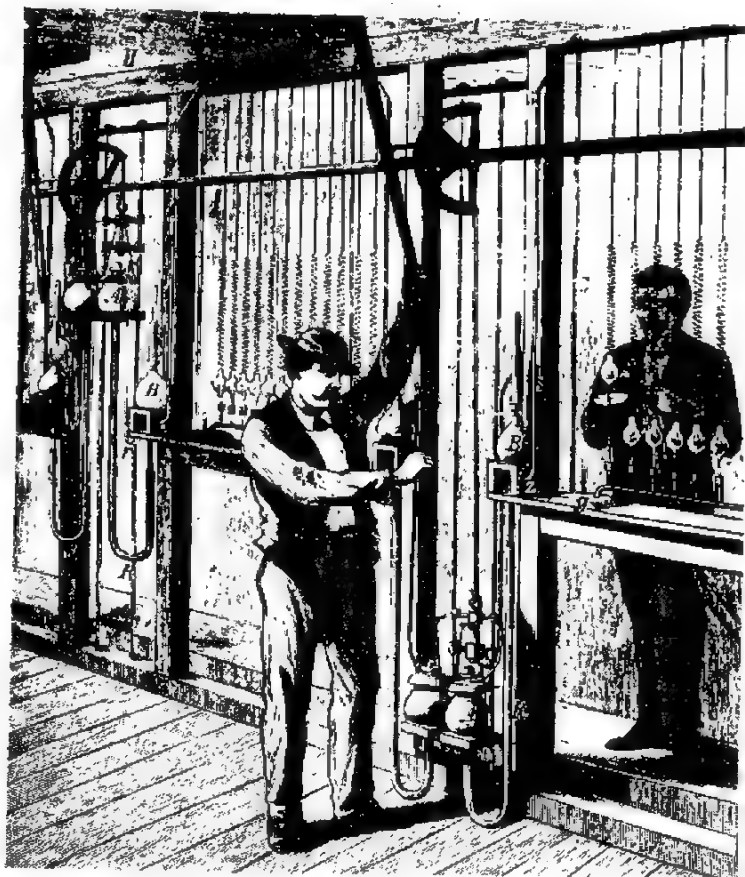


شكل (١٨٧)

نموذج لدينامو هنري وايلد Henry Wild (١٨٣٢ - ١٩١٩) والذي كان يستخدم عام ١٨٦٥  
 وكان يستخدم فيه علقتان متصلتان لاجداث مجال مغناطيسي يدور فيه الملف / من جورج داري

. ١٨٨٣

بحثة توقفت على الذكاء والنبوغ في استغلال عدد محدود من المبادئ لحل مشاكل  
عامة دائمة .



شكل (١٨٨)

النور الكهربائي مستخدماً سلكاً متوهجاً داخل مصباح زجاجي مفرغ لمنع احتراق السلك  
اصبح شائع الاستعمال بعد عام ١٨٨١ . في الصورة مضخة مصنوعة من الزئبق لتفريغ الاناء  
الزجاجي من ورميل Wormell « الكهرباء في خدمة الانسان » . /

ان حكاية الكهرباء والمغناطيسية تعطي أول مثل في التاريخ لتطبيق تجارب علمية نظرية بحثة في مجال الصناعة / إن الصناعات الكهربائية من الموضوعات العلمية البحتة ومع ذلك نجد هنا الحقيقة التي لا تنتقص وهي كيف ان بحثاً علمياً بحثاً تحول الى عمل هندسي تطبيقي / لم يكن ضرورياً للرجال الذين قاموا بتجهيز المعدات اللازمة للتلفراف ان يكونوا في المستوى العلمي هؤلاء الرجال الذين اخترعوه ولهذا فقد برزت مجموعة من المهندسين المتخصصين في الخدمات التلفرافية كونوا لأنفسهم جمعية عام ١٨٧١ / وفي عام ١٨٨٩ تغير اسمها الى معهد المهندسين الكهربائيين / وفي خلال خمسين عاماً اكتسبت مهنة الهندسة الكهربائية تقاليد واصبح لها قوانين لممارستها كما أن مشاكل التخطيط والتنفيذ والاقتصاد في العمالة وسرعة التنفيذ اضيفت الى القواعد العلمية الأساسية للاستقراء في الكهرومغناطيسية / كادت الحلقة ان تكتمل وهيأت المهنة الجديدة للعمل لشابين احداثاً ثورة في الفيزياء وهما البرت اينشتين Albert Einstein وديراك Dirac / عزل الكهرباء والفيزياء الحديثة ✓

لم تكن الانتصارات العملية للهندسة الكهربائية هي نهاية النتائج المثمرة للعلوم الكهربائية والمغناطيسية ولا هي نتيجة المشاورة في تطبيق نظرية الكهرومغناطيسية / بل كانت نتيجة مجموعة من الظواهر مختلفة كل الاختلاف عن ذلك - ان الوهج الذي تألق والذي اثار اهتمام هواة الكهرباء في القرن السابع عشر



شكل (١٨٩)

تم عزل الكهرباء واشعة المهبط الغامضة في أواخر القرن التاسع عشر بواسطة هينرش جيسلر Heinrich Geissler (١٨١٤ - ١٨٧٩) وتم ذلك بلحم القططين بقضيبين من الزجاج. ادت هذه الدراسات الى اكتشاف الذرات الكهربائية وتطور الفيزياء النووية .



والذي أدى الى هذا التطور الجديد هو الذي قاد الى اكتشاف اشعة X والالكترونات والنشاط الاشعاعي والموجات الالكترونية والنظرية الذرية واخيراً انشطار الذرة .  
لم يكن هذا الفرع من الفيزياء يبشر بنجاح في مستقبله فكانت الظاهرة متقلبة  
الأطوار مستحيلة التطبيق من الناحية العملية ولذلك لم تزل الاهتمام اللازم لمداومة  
البحث ، ونتج عن ذلك إجراء بعض البحوث الغير منهجية والعبارة ، اما النتائج  
الباهرة المثيرة التي يمكن أن تنتج عنها فبقيت الى ان جاءت نهاية القرن التاسع عشر  
ومن ثم ظهرت وخرجت الى النور .

## ( ٩ - ٤ ) الكيمياء

كانت الظاهرة الرئيسية للعلم خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر هي حقاً  
تأسيس علم الكيمياء بحيث أصبح علماً منطقياً عملياً ، ومن الناحية العملية كان  
علم الكيمياء أقدم من أي علم آخر ولكن كما بينا سابقاً لم يكن منطقياً إلا في العصر  
الحديث حيث ان علوم العصور القديمة كان ينقصها العناصر الأساسية التي يجب  
توافرها لكي تكون منطقية / كان على علم الكيمياء ان ينتظر حتى يتجمع الكثير  
من التجارب لمعرفة خواص المواد ونتيجة التفاعلات بينها وكذلك صورها  
المختلفة التي لم تكن متاحة ابان العصور القديمة وكذلك عصر النهضة / كان من  
الضروري حدوث تطور سريع في أعمال المناجم وصناعة الكيماويات على ايدي  
اناس غير علميين ولكنهم فنيون مهرة قبل ان تظهر أي نظرية كيميائية ذات تأثير  
واضح / ليس هذا فقط بل تطلب ايضاً عرض بعض الآراء الشاملة التي تفسر هذه  
التجارب المختلفة وجمعها لاعطاء صورة واضحة يمكن رؤيتها وادراكها ثم  
استخدامها لايجاد كشف جديد اخر .

## نهاية كيمياء القرون الوسطى

كان ضرورياً لكي ينظر الانسان الى الكيمياء بعين المنطق ان تزال من  
الأذهان المعتقدات السحرية القديمة والمتوارثة من القرون الوسطى وما قبلها والتي  
كانت تسيطر على عقول الكيماويين ، ومن هذه المعتقدات الفكرة الخبيثة والتي كان  
من الصعب ازالتها وهي نواحي التنجيم والسحر لكيمياء العصور الوسطى  
وشغلها الشاغل بمشكلة صناعة الذهب / كانت أولى المحاولات في القرن السابع  
عشر لجعل الكيمياء علماً منطقياً عقلانياً فاشلة ولكن بمجهودات بويل وهوك ومايو  
اقتربت هذه المحاولات كثيراً من أبواب النجاح ، لم يكن ممكناً تطبيق فلسفة

النظرية الجزيئية بمعادلاتها الصعبة على الكيمياء إلا بعد توضيح معاملها الكيفية .

### البحث عن اسس الكيمياء

كانت خطوات تطور علم الكيمياء في القرن الثامن عشر مختلفة كل الاختلاف، فبدلاً من محاولة تطبيق اسس منطقية تعتمد على نماذج رياضية لا يمكنها ملاحقة الحقائق الكيميائية التي لا حصر لها كان التقدم في علم الكيمياء نتيجة تطبيق الفكر والمنطق على الآراء الروحانية والسحرية القديمة / ولو ان هذه المعتقدات كانت غامضة إلا انها كانت مرنة بحيث مكنت الكيميائيين من استيعاب وجمع كل تجاربهم العديدة في عدد قليل من النتائج العامة / وعندما تم ذلك أمكن تطبيق العمليات الفيزيائية من قياسات واحصاءات / كان التقدم الكبير في علم الكيمياء خلال القرن الثامن عشر هو تركيز العمليات الكيميائية في طريق واحد وهو الاشتعال أو الاحتراق أي عمليات « روح النار » / كانت المشكلة المطروحة هي : ماذا يحدث للمواد المشتعلة عندما تحترق في الهواء ؟ كانت الاجابة الفورية هي اختفاؤها في اللهب والدخان وتركها الرماد / كانت هذه الصورة واضحة في حالة الخشب والزيت ولم تكن سهلة التطبيق على المعادن التي كانت تصدأ في الهواء / هل كل هذه العمليات متشابهة ؟ كان هذا هو السؤال فاذا كان الجواب بالاجاب فما هو دور الهواء ؟ /

أجيب عن بعض هذه الأسئلة في القرن السابع عشر ففي عام ١٦٣٠ اثبت جون راي ومايو عام ١٦٧٤ ، ٤ - ١٢٧ ، ١٠٥ الحقيقة التي تقول بأن المعادن يزداد وزنها عند احتراقها في الهواء وان الهواء يحتوي على شيء من طبيعة روح النار والمسؤول عن استمرار ودوام الحريق والحياة ولكن لم يستطع هذا الكشف التأثير على تيار الأفكار الكيمائية الجارية .

### مبدأ الفلوجستون أو اللاهوب Phlogiston

كان هذا التيار يسير بسرعة في الاتجاه المضاد نحو فكرة ان كل شيء قابل للاشتعال يحتوي على مادة يفقدها عند الاحتراق / كان هذا بالتأكيد هو كبريت العرب والباراسلسان Paracelsans والذي سماه بيشر Becher ( ١٦٣٥ - ١٦٨٢ ) وتلميذه ستال Stahl ( ١٦٦٠ - ١٧٣٤ ) بالفلوجستون وهو اساس النار وقد اخذ بهذا الرأي في أواسط القرن الثامن عشر / فالأجسام التي تحتوي على كثير من الفلوجستون تشتعل جيداً أما الأجسام الغير قابلة للاشتعال فلا تحوي

فلوجستون ، والجسم الغني بالفلوجستون كالفحم يمكن ان يعطيه لجسم آخر فقده كالحديد الخام وبذلك يمكن ان يتحول الى حديد متوهج / وفي البداية كانت هناك اعتراضات كثيرة على هذه النظرية فقد تبين ان الفلوجستون ليس بمادة فلم يكن له وزناً وكما رأينا لم يكن هناك غرابة في فكرة ان الكهرباء والمغناطيسية والحرارة سوائل لا وزن ولا حجم لها فالفلوجستون من هذه الأنواع من السوائل / حتى عندما تحقق ان بعض الأجسام تزداد وزنها عند فقدها للفلوجستون فقد علل ذلك بزيادة ثانوية من الهواء أو ان للفلوجستون طبيعة مرحة . /

ومن المناسب ان ننظر الى الفلوجستون من ناحية ما جاء بعده من آراء وهو نظرية الاحتراق أو الأكسدة التي هدمت نظريته وفي الحقيقة كانت نظرية الفلوجستون نظرية هامة ومفيدة لأنها أتاحت لظهور الكثير من الظواهر في علم الكيمياء كما أتاحت الفرص لكثير من علماء الكيمياء في منتصف القرن الثامن عشر للبحث وراء الحقيقة ومنهم جوزيف بريستلي الذي وضعت ابحاثه خاتمة ونهاية هذه النظرية . /

### المنطق في الفلوجستون

اعتمدت الأسس التي قبلت فكرة الفلوجستون على العمليات المتعارضة للمواد التي تحوي الفلوجستون والتي لا تحويه ، فقد وحدت النظرية بين العمليات المتشابهة وقربت بين المتباينة وكما رأها المعارضون فإن عدم قابلية الاشتعال ليس سببه نزع الفلوجستون بل بسبب اضافة مادة الأوكسجين أي الأكسدة بينما الاشتعال سببه نزع الفلوجستون أي الاختزال / كان لا بد لتقدم علم الكيمياء ان يكون الميزان هو الحكم / ونحن الآن في القرن العشرين يمكننا رفض هذه الفكرة مرة اخرى ونعود الى الفلوجستون كمادة، انها في منتهى الخفة ، وبالأسلوب الحديث يمكن أن يطلق عليه الالكترونات<sup>(\*)</sup>(<sup>٢٣</sup>) فالمواد التي تحوي مزيداً من الالكترونات يمكن انتزاعها مثل الهيدروجين والمعادن أو الفحم هي التي كان يعتقد انها غنية بالفلوجستون اما تلك التي تحوي عدداً محدوداً ومتوازناً من الالكترونات مثل الأملاح والأكاسيد فهي خالية من الفلوجستونات بينما تلك التي تمتص بشراهة الالكترونات مثل الأوكسجين فتظهر انها خالية تماماً من الفلوجستونات . / كان سبب رفض نظرية الفلوجستون ليس عدم قبولها منطقياً ولكن لتضاربها مع الحقائق المادية فكانت في حاجة الى ان تقلب رأساً على عقب . / أصبح وجود الفلوجستون

معناه عدم الأكسدة وغياب الفلوجستون معناه الأكسدة ، كان المحرك لهذا التغيير ليس الكيمياء التقليدية الموروثة ولكن طريق آخر هو دراسة الغازات .

**ثورة الهواء المضغوط :** فان هلمونت Van Helmont

وفي منتصف القرن الثامن عشر لم تكن عملية التقطير شيئاً مستحدثاً ، واتجهت الاهتمامات صوب تلك المواد الناتجة من هذه العملية ذات التأثير الكيميائي ، والتي لا يمكن استعادتها في المكثف وهي التي سماها فان هلمونت «بالأرواح الشريرة» هذه الأرواح أو الأشباح أو الغازات كانت معروفة جيداً لعمال المناجم ، بدأت هذه الغازات الغدرة تجذب انظار واهتمامات العلماء وهي غاز مناجم الفحم والهواء السريع الاشتعال الذي يوجد في المناجم والمستنقعات والذي كان يجمع في بالونات ثم يشعل وكذلك هواء القباب المميت والهواء الرطب الذي يعقب الانفجارات في المناجم وكذلك الهواء الذي يوجد في أواني صنع البيرة والذي يسبب اختناق العمال اذا حدث وسقط عليهم .

**هيلز Hales وتداول الغازات**

كان عن طريق دراسة الغازات ان عرف السر في حقيقة التفاعلات الكيميائية ففي متنوعات ستيفن هيلز Stephen Hales (١٦٧٧-١٧٦١) بين كيف تجمع الغازات فوق الماء وتقاس حجوما ، واخيراً استطاع بريستلي وكافندس جمعها بدقة أكثر فوق الزئبق وكانت الخطوة التالية معرفة ان هذه الغازات المتجمعة ليست فقط هواء وان هناك صفات كثيرة كيفية تفرق بينها ، كان من الضروري الآن ان تطبق على جميع هذه الغازات نفس المعاملة الكمية التي طبقها بويل على تحول الأجسام من حالة الى أخرى .

**استخدام الميزان - حفظ المادة**

كان التقدم الأساسي في علم الكيمياء هو انتشار فكرة وزن المواد الكيميائية التي تدخل في تفاعل ما ووزن المواد الناتجة من هذا التفاعل ، وليس كما كان متبعاً من قبل تقدير نقاوة المعادن والاكتفاء بمعرفة وزن الخام الأصلي فقط . ولما كان من الصعب وزن أو قياس الغازات الداخلة أو الناتجة من التفاعل الكيميائي كان من الطبيعي ان تكون كتب الكيمياء غير متوازنة ولا دقيقة وقد أبان ذلك لومونوسوف Lononsov عام ١٧٤٨ بوضوح كأساس لاثبات قاعدة حفظ المادة ، ولكن لم

يلتفت الى رأيه احد في ذلك الوقت وترك ذلك للافوازييه عام ١٧٨٥ ليؤكد ذلك كقاعدة اساسية وكان ذلك من خلال دراسته عمليات التخمر .

### جوزيف بلاك : الهواء الثابت

قام جوزيف بلاك Joseph Black بأول خطوة نحو كيمياء الهواء المضغوط من الناحية العملية الكمية ، وهو طبيب اسكتلندي ظهر اهتمامه في هذا المجال نتيجة سماعه محاضرات الدكتور كولان Cullan في جلاسجو ، نال بلاك درجة الماجستير عام ١٧٥٤ ، وكان عنوان رسالته « تجارب على الماغنيزيا والجير الحي ومواد قلبية اخرى » وكان الغرض من البحث إيجاد علاج جديد خفيف للحصوة . وكان هو المرض المنتشر بين مدمني الخمر في القرن الثامن عشر . منح مجلس العموم البريطاني جونا ستيفن Joanna stephins مكافأة قدرها ٥٠٠٠ جنيه استرليني لكشفه سر هذا المرض وطريقة علاجه باستخدام اصداف القواقع البحرية مخلوطة بعسل النحل .

استطاع بلاك ان يميز ويزن الغاز الناتج من تسخين الكربونات ككربونات الكلسيوم أو الماغنيزيا وسماه الهواء الثابت لأنه استطاع ان يتحصه بواسطة ماء الجير ويستعيد الكربونات الأصلية بنفس الوزن الذي بدأه ، وبهذه الطريقة بين ان الغاز يمكن ان يكون من مكونات الجسم الصلب أي انه مادة بمعنى الكلمة وليس هناك سر غامض حوله .

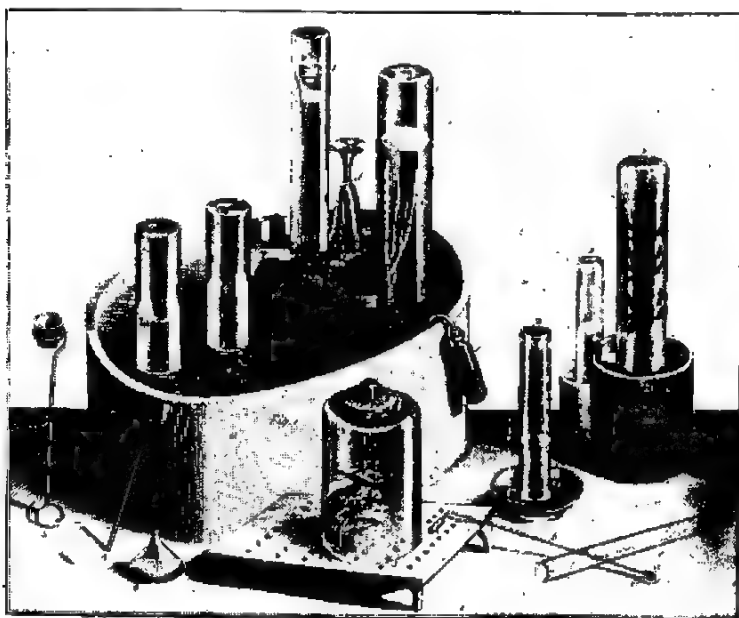
### جوزيف بريستلي واكتشاف الأوكسيجين

جاءت الخطوة التالية نحو تطور علم الكيمياء على ايدي بريستلي Joseph Priestly وكانت هذه الخطوة هي كتابة تاريخ الكهرباء باقتراح من فرانكلين . اجرى بريستلي عدة تجارب على تفريغ الكهرباء من الهواء وهي التي قادته بعيداً عن المجال الفيزيائي ووجهته نحو طريق الكيمياء . كان الطابع المميز لهذا العصر هو تقدم الكيمياء على ايدي غير كيمائية . كان الكيماويون يعلمون الكثير وكان لديهم النظريات التي تحلل كل شيء وكان على الفيزيائيين الذين لا يعرفون شيئاً ان يقدموا شروحاتاً اما منطقية أو حقاً .

أمسك بريستلي بالفكرة القائلة بأن هناك نوعاً واحداً من الهواء واجرى تجاربه على الكثير من الغازات وامكنه إيجاد غازات اخرى وكان أول نجاح له هو

صنع ماء الصودا الذي يحتوي على كمية محدودة من الهواء في المحلول ، ومن اجل هذا نال اعجاب رجال الجمعية الملكية ، ومنح ميدالية كوبلي Copley، ولو ان ذلك اضاع الأمل في الشفاء من الأسقريوط ( بسبب نقص فيتامين c ) الذي ينتج من الرحلات الطويلة في المحيطات إلا ان هذا الماء احتفظ بتفوقه كأول انتاج تجاري لكيمياء الهواء المضغوط .

اختار بريستلي للغاز الذي ينطلق بتسخين اوكسيد الزئبق اسم الهواء المحرر من الفلوجستون حيث ان له جاذبية كبيرة له اكثر بكثير من الهواء العادي اي ان الأشياء يزداد اشتعالها فيه اكثر من احتراقها في الهواء العادي ، هذا الغاز هو الذي



شكل (١٩٠)

جهاز ضغط الهواء لجوزيف بريستلي الذي ساعده على جمع الغازات المختلفة بسهولة واكتشاف غاز الأوكسجين

من كتابه « تجارب وملاحظات على انواع مختلفة من الهواء » لندن ١٧٧٤ - ١٧٧٧

نسميه اليوم بالأكسجين ؛ وكان اكتشافه عام ١٧٧٤ نهاية المرحلة التي يمكن ان تسمى بثورة الهواء المضغوط في الكيمياء . وفي السويد حضر شيل Scheele الأكسجين في نفس الوقت وكان كيمائياً أفضل بكثير من بريستلي ؛ ولكن كانت اهتماماته متجهة الى التحاليل اكثر من المشكلات النظرية في الكيمياء ؛ ولكن اكتشافه للأكسجين لم يضيف كثيراً لحل المشاكل الأساسية ؛ اوضح بريستلي انه اثناء الاحتراق او التنفس يستهلك الهواء الذي لا يحوي الفلوجستون . / و اوضح ايضاً ان النباتات الخضراء في ضوء الشمس تخرج الأكسجين من الهواء الثابت أو ثاني اوكسيد الكربون الذي تمتصه وبهذا حل مشكلة دورة الكربون من الهواء الجوي الى النباتات والحيوانات ومن تلك الى الهواء الجوي مرة اخرى ، وبالرغم من ذلك لم يستطع ان يدرك أهمية هذا الكشف وترك ذلك للافوازييه بعقله المرتب وقوة ادراكه ليملاً ذلك الفراغ . /

### رفض نظرية الفلوجستون

وكبريستلي جاء لافوازييه الى الكيمياء من خلال الفيزياء ولكنه اختلف عنه في عدم انشغاله بتجارب كيفية عديدة ولكنه حصر اهتماماته في كشف كنه عملية الاحتراق في الهواء وهي في نظره عملية حاسمة لعلم الكيمياء ؛ كانت اعماله كلها دقيقة مرتبة وكمية على طول الخط ؛ وفي عام ١٧٧٣ وهو مدرك أهمية كيمياء الهواء المضغوط وخاصة ثبوت الهواء كمادة استخدم ذلك لاحداث ثورة حقيقية في كل من الكيمياء والفيزياء ؛ واخيراً عندما سمع بالكشف الذي توصل اليه بريستلي وهو الأكسجين استطاع لأول وهلة ان يدرك أهميته وانه وحده المسؤول عن الاحتراق كما انه اكد ان الاحتراق معناه الاتحاد الكيماوي بين الأكسجين والمادة المشتعلة ، وسماه بصانع الأحماض وهو أول من انكر وجود هذا الذي يسميه العلماء فلوجستون ولم يتردد لحظة في مهاجمة هذه النظرية . /

### العناصر الكيميائية

اوضح لافوازييه أن جميع فوضى المعلومات الكيميائية القديمة يمكن حصرها في قانون تفاعل العناصر القديمة والحديثة ؛ اضاف لافوازييه الى كشف العناصر المعروفة في نظر بويل وليس أرسطو الكربون والكبريت والفوسفور وجميع المعادن والأكسجين الحديد ، وبين ان الماء ليس عنصراً وإنما هو مركب كيماوي من الأكسجين والهيدروجين وكذلك الهواء وقد اضاف اليهما التروجين أو الأزوت . /

وبناء على ذلك قسم المركبات الكيميائية الى ثلاث مجموعات / المجموعة الأولى تلك التي تحتوي على الأوكسجين مع اللامعادن وهي الأحماض / والمجموعة الثانية هي التي تحتوي على الأوكسجين مع المعادن وهي القواعد / والمجموعة الثالثة وهي التي تجمع الأحماض مع القواعد وهي الأملاح .

ولافوازييه هو العالم المسؤول عن جعل علم الكيمياء علماً دقيقاً وذلك باجرائه تفاعلات كيميائية على درجة كبيرة من الدقة والوضوح ، فقد تخلص من كل الأسماء القديمة للمواد الكيميائية التي كانت تعتمد على طرق التحضير الوهمية كزيت الطرطر وسكر الرصاص وغير ذلك من الأسماء واستبدلها بالأسماء التي نستخدمها اليوم ككربونات البوتاسيوم وخرلات الرصاص ، وتشير هذه الخطوة الى استخدام الأسماء العلمية الصحيحة في علم الكيمياء كما استخدمت في الفيزياء في القرن السابع عشر وكما استخدمها العالم السويدي لينيس Linnaeus في تصنيف النباتات .

خطا لافوازييه خطوة اخرى الى الأمام في هذا المجال مستخدماً النتائج العديدة التي بدأت تتراكم حول موضوع أوزان المواد التي تتفاعل مع بعضها وطبق ذلك على الغازات المكتشفة حديثاً وبفضل قانونه « حفظ المادة » حصر الكيمياء في عدد قليل من العناصر وبضربة واحدة حول الكيمياء من مجموعة متفرقة من الوصفات الى نظرية عامة امكن بواسطتها تفسير ليس فقط الظواهر القديمة بل امكن منها التنبؤ بنتائج جديدة بطريقة كمية / كان لافوازييه مشرعاً في علم الكيمياء اكثر منه مصنفاً فقد امسك بالعناصر الأساسية وترك لبرثوليت Berthollet ( ١٧٤٨ - ١٨٢١ ) ورشتر Rechter ( ١٧٦٢ - ١٨٠٧ ) دراسة موضوع طبيعة التفاعلات الكيميائية والنسب التي تتفاعل بها المواد الكيميائية المختلفة .

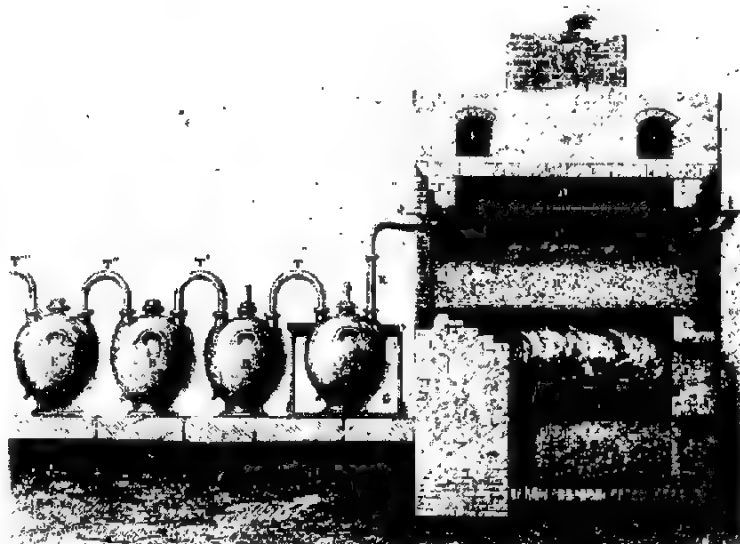
### ✓ تفوق علم الكيمياء

أثار نجاح لافوازييه في إحداث ثورة في الكيمياء حماس الكثيرين / كانت الثورة في الهواء واصبحت الكيمياء مرتبطة بالفيزياء وجذبت اليها بعض العقول النيرة واتاحت لفرنسا الفرصة لكي تسود على الدول الأخرى لمدة نصف قرن أو يزيد /

انعكس الاهتمام في الكيمياء على الصناعة وبالعكس امتدت الصناعة



الكيمياء بمواد جديدة . ادت دراسات شيل Scheele على المعادن الملونة والمنجنيز الى اكتشاف الكورين عام ١٧٧٤ ، واكتشف برثوليت Berthollet فائدته في التبييض عام ١٧٨٤ واستخدمه بكميات كبيرة مكجريجور Mc Gregor في صناعة الكتان في جلاسجو / كانت صناعة حامض الكبريتيك هي الصناعة الثانية التي تطورت على يدي رويك Roebuck والذي حل محل اللبن المزروع القشدة الرائب في عملية التبييض ، والصودا المصنعة من الملح بدلاً من رماد الطحالب البحرية الجيري والبارالا ( كربونات صودا مجهزة من احتراق نباتات بحرية خاصة ) الغالية الثمن تبعاً لطريقة كير Keir ( ١٧٣٥ - ١٨٢٠ ) عام ١٧٦٩ ولبلانك



شكل (١٩١)

الطريقة التي ابتكرها نقولا ليبلانك Nicolas Leblanc ( ١٧٤٢ - ١٨٠٦ ) لصنع الصودا وهي تحليل ملح الطعام بواسطة حامض الكبريتيك ، وهي طريقة اقل تكلفة من الطريقة القديمة / يرى في الصورة فرن فوق اللهب وبه الملح ويسكب الحامض من القمع على اليمين ، ويجمع غاز كلوريد الهيدروجين في الزجاجات المحتوية ماء على اليسار ويتبقى في الفرن كبريتات الصودا . من عجائب الصناعة تأليف لويس فيجوير Louis Figuier باريس ١٨٧٥ .

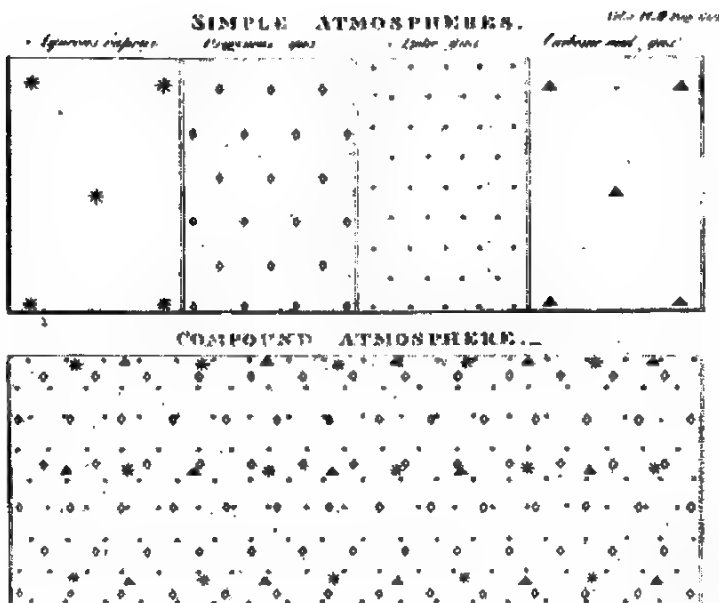
Leblanc ( ١٧٤٢ - ١٨٠٦ ) عام ١٧٩٠ ، ولو ان لابلانك مات فقيراً إلا ان نابليون امر بتحسين واتقان طريقته مما جعل فرنسا تستغني عن استيراد الصودا من الدول التي كانت تحت سيطرة انكلترا / كانت هذه الصناعات من التوابع الأساسية في الانتاج المتزايد للمنسوجات وهي احدى دعائم الثورة الصناعية / وفي الوقت نفسه كان الانتاج يزداد كثيراً عن مصادر الانتاج الغذائي / وبالرغم من ان هذه الطرق الصناعية نشأت من طرق تقليدية أو من نظرية الفلوجستون إلا ان نجاحها والتنبؤ بمستقبل ما سيأتي بعد ذلك اثار الاهتمام بدراسة الكيمياء ومهد الطريق الى اقرار هذا العلم الجديد كمذهب منطقي عقلائي . /

### كيمياء الغذاء والتنفس

كانت انجازات لافوازييه العلمية الأخرى هي تحويل عملية الحياة التي وصفها بريستلي من صورتها الكيفية الى حقيقتها الكمية ، وبذلك استحق ان يطلق عليه « ابو علم وظائف الأعضاء الكمي » وبواسطة مجموعة من التجارب الدقيقة امكنه ان يدرك ان الجسم الحي يتفاعل تفاعل النار تماماً / فهو يحرق المواد الغذائية وبذلك تنطلق الطاقة كحرارة ، ولأول مرة عرفت حقيقة التوازن الكيماوي للأجسام والمعنى الحقيقي لعملية التنفس والدورة الدموية التي اكتشفها هارفي قبل ذلك بمائتي عام . /

### شكل (١٩٢)

الهواء الجوي البسيط والمركب . كتب دالتون عام ١٨٠٢ بحثاً عن « تمدد السوائل المرنة » وفيه بين ان ضغط الغاز المكون من مخلوط من الغازات مساو لضغط جميع الغازات مجتمعة وهو المعروف الآن بقانون دالتون للضغط الجزئية / هذه البحوث وغيرها عن الهواء الجوي مهدت الطريق الى النظرية الذرية التي اعلنها عام ١٨٠٣ . /



### دالتون : النظرية الذرية

كانت الخطوة التالية الحاسمة في تفهم علم الكيمياء تلك التي اتخذها جون دالتون John Dalton ( ١٧٦٦ - ١٨٤٤ ) ، كان دالتون من طائفة الكويكر المسيحية نساجاً ثم عمل مدرساً خاصاً في مانشستر / لم يكن كبريتلي ولا كلافوازيه كيميائياً بل كان فيزيائياً وفلكياً / اهتم بدراسة الغازات كسوائل مرنة وحاول شرح طبيعتها على اساس نظرية نيوتون وهي التناثر المتبادل للذرات وأدى ذلك الى معرفة الأوزان النوعية لمختلف الذرات في الغازات المختلفة ، وكذلك شرح قوانين الاتحاد بين العناصر في أوازن ثابتة ومتتالية والتي جاءت عن طريق دراسة وتحليل الغازات الجديدة مثل اكسيد الأزوتوز واوكسيد الأزوتيك وثاني أكسيد الأزوت والتي نكتبها أ ، أ ، وذلك تبع تبعاً للغرض الذي يقول بأن جميع المركبات الكيميائية تتكوّن من تجمع ذرات وأن الذوات المختلفة ترتب نفسها في ازواج أو ثلاثات أو أربعات /

### علم البلورات : هاي Haüy

وعلى اساس الذرة امكن شرح ما يحدث في عملية التبلور / وفي القرن السابع

عشر أوضح ستينو Steno ثبوت الزوايا بين اضلاع البلورة وقد دلى هيوجنس Huygens على ان ذلك معناه ان البلورة تتركب من جزئيات متشابهة ومجموعة مع بعضها مثل النسيج أو كما سماها نيوتون « في صف وملف » وترك ذلك الى الراهب الفرنسي المتقاعد هاي عام ١٨٠٠ ليجمع ويدرس كل الملاحظات ويبين الطرق التي يمكن بها أن تتحد هذه الجزئيات في البلورات المختلفة ، وبعد ذلك وجد ميتشيرليك Mitscherlick (١٧٩٤ - ١٨٦٣) ان المركبات المتشابهة لها بلورات متشابهة وبذلك اصبح علم البلورات الجديد اداة جديدة نافعة لعلم الكيمياء .

### التحليل الكهربائي - همفري Humphry وفرداي Faraday

كان التابع الآخر لعلم الكيمياء هو الكهرباء / وجد ان التيار الكهربائي يحلل ليس فقط الماء ولكن الأملاح ايضاً / في عام ١٨٠٧ استطاع دافي Davy ان يحضر المعادن الجديدة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم من القلويات التي لم يكن تحليلها ممكناً وبذلك أتم نظام لافوازييه في تقسيم العناصر الى معادن وغير معادن ووجد / ذرات المعادن موجبة الشحنة أما اللامعادن فسالبة الشحنة / وجد فرداي ان سرعة مرور الذرات في المحاليل تتوقف على اوزانها ومهد ذلك الى فكرة وحدة الذرة الكهربائية التي نعرفها اليوم بالالكترون / جاءت هذه الخطوة الأخيرة بعد سبعين سنة أخرى حيث كان التحيز شديداً ضد تطبيق الذرية على المحاليل .

### الكيمياء غير العضوية وكيمياء المعادن - برزيليس Berzelius

مهدت النظرية الكهربائية الطريق الى ادراك كيفية تكوين الأملاح بتعادل الشحنات الموجبة والسالبة ، وبذلك استطاع الكيماوي السويدي برزيليس Berzelius (١٧٧٩ - ١٨٤٨) ان يعين تركيب معظم المركبات الغير عضوية وكذلك المعادن وكان ذلك في النصف الأول من القرن التاسع عشر .

/ اما الصناعات غير التقليدية وهي الكيميائية والتي بدأت في القرن الثامن عشر فقد نمت بسرعة تحت تأثير كل المعلومات العلمية الجديدة والطلبات المتزايدة من الصناعات الأخرى وخاصة صناعة المنسوجات التي كانت تسود الصناعات الأخرى في ذلك الوقت / ومن ناحية أخرى لم تتح لهذه الصناعة اقامة علاقة وطيدة بين العلماء واصحاب الصناعات ، ولكن اقامت مثل هذه العلاقة بين الكيماويين المتخصصين في التعدين وخاصة في تنقية خامات المعادن وكذلك الصيادلة المهتمين بالانتاج الحيواني والخضروات ٣-٥

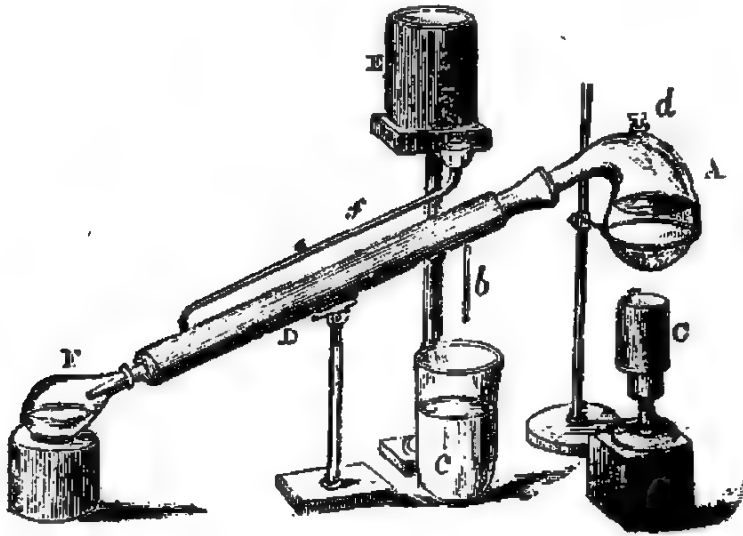
## الكيمياء العضوية : دوماس Dumas وفون ليبج Von Liebig

ولأول مرة أصبح للكيمياء قاعدة اقتصادية ثابتة ودائمة اكبر واحسن من صيدلية الصيدلي القديم ، ومن هذه القاعدة أصبح ممكناً تأسيس مملكة الكيمياء العضوية ، وبالرغم من عبقرية ومقدرة الذين اشتغلوا في هذا المجال إلا ان التقدم كان بطيئاً جداً / وفي الحقيقة كانت عمليات استخلاص وتنقية معظم المواد العضوية البسيطة مثل الزيوت والسكريات والأحماض النباتية سهلة وكذلك تحليلها الى عناصرها المعروفة وهي الكربون والأكسجين والهيدروجين والأزوت ، ولكن الأرقام الناتجة من هذه التحاليل لا تعني شيئاً وكانت تحتاج الى نوع آخر من التفسيرات .

كان هذا من عمل الكيماويين الجدد في فرنسا امثال جاي لوساك Gay Lussac (1778-1850) ولورنت Laurent (1808 - 1853) وجيرهاردت Gerhardt (1816 - 1856) ودوماس Dumas (1800 - 1884) وجاء بعدهم الكيماويون الألمان امثال فون ليبج Von Liebig وموهلر Mohler (1800 - 1882) / كان لليبج اكثر من غيره الفضل في بقاء مركز الصدارة في الكيمياء في ألمانيا بعد ان كانت تحتله فرنسا لمدة سبعين عاماً / كان معمله في جيسن Giessen غوذجاً للمعمل الكيماوي الحديث لتدريس الكيمياء واجراء البحوث ، ومن دراسته على المواد البسيطة كالدهون والأحماض الدهنية والكحولات نبث فكرة تركيبها / وكان من نتيجة ما حدث في حفل راقص حيث فقد الشمع المستعمل لونه نتيجة وجود الكلورين وانبثاق رائحة ننته مخيفة ان كُلف دوماس لمعرفة السبب في ذلك / وبعد البحث وجد انه يمكن احلال الهيدروجين بدلاً ن الكلورين ومن هنا استنتج نظرية الاحلال ، ثم « انواع من تجمع الجزيئات » مثل الكحولات التي تحوي جزءاً مشتركاً ثم الشق وهو الجزء الذي يمكن نزعه مثل الميثيل والبنزويل الذي يمكن ان يلعب دور الذرات .

يمكن ان يكون هذا التركيب ، عنصراً اضافياً ولو ان فون ليبج عام 1823 وجد حالة ايسوميرية - مادتان متشابهتان في التركيب ولكنها مختلفتان في الخواص الطبيعية والكيماوية - وهذا يشير بوضوح الى اختلاف التنظيم داخل الجزيئي ، ولكن هذه الآراء قوبلت بمقاومة شديدة لأسباب ميتافيزيقية وفلسفية / لم تكن الذرة كأحد الفروض العلمية مقبولة من عدد كبير من العلماء / كان بعضهم يرى

ان ذلك تعدي على ما اثبتته التجارب / اما البعض الآخر فاعتبر ذلك صفة  
للايمان بالله / وكانت هناك معارضة شديدة ، للاعتقاد بأن المواد التي تتكوّن داخل  
الأجسام الحية لا يمكن عملها في المعمل /



شكل (١٩٣)

طريقة تكثيف الأبخرة الناتجة من عملية التقطير وهي من تصميم فون ليبج (Von Liebig) ١٨٠٣ -  
١٨٧٣ وكانت طريقة عملية محكمة استخدمت في المعامل والمصانع . في كتاب «دروس في  
اوليات الكيمياء» تأليف هنري روسكو لندن ١٨٧١ .

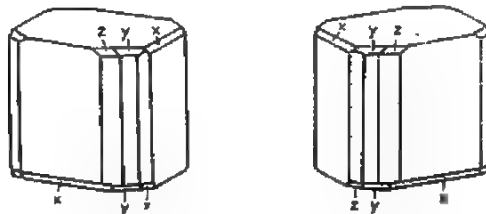
#### قانون افوجادرو Avogadro

كان يمكن ان تبقى الكيمياء العضوية مجرد مجموعة مصنعة لمواد معروف قانونها  
الكيمائي وعدد من التجارب لتحويل مادة الى اخرى لولا ان حدثين انجزا في مجال  
العلوم الفيزيائية / أولهما هو قانون افوجادرو (١٧٧٦-١٨٥٦) الذي وضعه عام  
١٨١١ واعاد صياغته كانيزارو (Canizzaro) (١٨٢٦ - ١٩١٠) عام ١٨٦٠ ،

وينص هذا القانون على ان الأحجام المتساوية لجميع الغازات تحت ضغط وحرارة ثابتين تحوي عدداً متساوياً من الجزيئات وبذلك امكن معرفة العدد الصحيح لكل نوع من الذرات في الجزء /

### الجزيئات غير المتماثلة - باستير Pasteur

اما الحدث الثاني هو فصل حامض الراسيميك الى مكوناته وهما حامض الترتريك ومركب آخر له نفس التركيب الكيماوي ولكنه يختلف عنه في الصفات الطبيعية / اثبت هذا الكشف اهميته الكبرى للعلم في القرن التاسع عشر وقد تم اثبات ذلك في عام ١٨٤٨ نتيجة البحوث التي اجراها باستير وكان عمره في ذلك الوقت ٢٥ عاماً ٣-٥ فقد بين ان الجزيئات في المادة التي تصنع في المعمل لا تستطيع ان تحدث انحرافاً في الضوء المستقطب بينما المادة الطبيعية تحدث هذا الانحراف ، وسبب ذلك ان المادة الأولى تتركب من نوعين من الجزيئات لكل منهما تشكيل مضاد مثل اليد اليمنى واليد اليسرى وهما موجودان بنسب متساوية بينما المادة الثانية تتركب من نوع واحد من الجزيئات /



شكل (١٩٤)

بلورات غير متجانسة اكتشفها باستير . في عام ١٨٤٨ اثبت باستير ان حامض الراسيميك يمكن فصله الى مكونين متشابهين في التركيب الكيماوي (حامض الترتريك) ولكنها مختلفان في الصفات الطبيعية يظهر هذا الاختلاف في طريقة تأثيرهما على الضوء المستقطب ، أما سبب هذا التباين فهو اختلاف طبيعة جزيئات حامض الترتريك . ادى هذا العمل الى الاكتشاف العظيم في القرن التاسع عشر /

من كتاب العلم والصناعة في القرن التاسع عشر تأليف دكتور برنال لندن عام ١٩٥٣ .

ومن هذه الملاحظة الهامة استنتج استنتاجين مختلفين أولهما أن للجزيئات اشكالاً مجسمة ذات ثلاثة أبعاد وبعبارة أخرى يمكن تصورها كنماذج صلبة ، أما الاستنتاج الثاني هو أن الطبيعة مستمرة في عمل جزيئات تختلف عن التي يصنعها الكيماوي في معمله ، كما أن الأجسام الحية تحوي مواد كيماوية يمينية الاتجاه وليست يسارية . اتبع باستير الاستنتاج الثاني وأصبح من مؤسسي علم الكيمياء الحيوية وبعد ذلك علم البكتريولوجي .

### كيكولي Kekulé وحلقة البنزين : التكافؤ

كان علم البكتريولوجي هو الذي وضع أساس الكيمياء العضوية ولو أن ذلك ساربطه شديد ، أن فكرة تركيب الجزء من ذرات مرتبة ترتيباً خاصاً في فضاء قد طرأت على فكر الكيميائي الألماني النابغ كيكولي Kekulé ( ١٨٢٩ - ١٨٩٦ ) عام ١٨٦٥ وهو جالس في مقعده في أوتوبيس لندن وهو الذي تصور جزيء البنزين يتركب من حلقة من ست ذرات كربون له من ٦ /

ومنذ ذلك الوقت لم يكن كافياً أن نعطي عدد الذرات المتحدة في جزيئي مادة من المواد لنصف تلك المادة ولكن أصبح ضرورياً أن تبين كيفية اتحادها - تخيل هندسي - . القانون التركيبي / وبذلك أثبت الفكرة التي بدأت تبرز وتنمو ففكرة أن الذرات المختلفة تتميز بعدد الحلقات التي يمكن أن تصلها بالذرات الأخرى فمثلاً للهيدروجين حلقة واحدة وللأوكسجين حلقتان والأزوت ثلاث والكربون أربع حلقات أو تكافؤات .

### فانت هوف Van't Hoff ولي بل Le Bel كيمياء الفضاء

مضت فترة اثنتي عشرة سنة بعدها أيقن كل من فانت هوف ( ١٨٥٢ - ١٩١١ ) ولي بل ( ١٨٤٧ - ١٩٣٠ ) أن الأربع مكافئات للكربون لا يمكن أن يقعوا في مستوى واحد ولكنهم متماسكون في الفضاء وبذلك أصبح من السهل شرح التشكيلين الأيمن والأيسر اللذين اكتشفهما باستير قبل ذلك بخمسة عشر عاماً ، ومنذ ذلك الوقت أصبحت الكيمياء العضوية ذات الثلاثة أبعاد فرعاً من الهندسة التطبيقية وأصبح من الممكن تحليل وتصنيع المركبات المعقدة . /



## الأصباغ المصنعة وصناعة الكيماويات الألمانية

امست الكيمياء العضوية نفسها بطريقة عملية / فبطريق الصدفة اكتشف بركن Perkin (١٨٣٨ - ١٩٠٧) اثناء بحثه ومحاولته تصنيع شيء بديل للكينين عام ١٨٥٦ أول صبغة انيلين مصنعة وهي الماجنتا ووجد في نفس الوقت مخرجاً لتصنيع مستخرجات قار الفحم من صناعة الغاز ، كانت الكيمياء في انكلترا في ذلك الوقت لا زالت في ايدي قلة من الهواة وبعض الأكاديميين في الجامعات بينما كانت صناعة الكيماويات تتباهى بأنها صناعة عملية / بالرغم من اكتشافات بركن فقد اهتمت في انكلترا ولكنها التفتت مباشرة بواسطة الكيماويين الألمان الأذكى الذين كانوا يعملون في الصناعة الألمانية الجديدة / وما لبثت الأصباغ المصنعة ان درت عليهم بالأرباح الوفيرة والتي استغلت لقيام الصناعة الألمانية للكيماويات التي سادت العالم / هذه الصناعة - ولو انها في البداية كانت تابعة لصناعة المنسوجات إلا



شكل (١٩٥)

/ صورة فوتوغرافية لأعضاء قسم الكيمياء في المؤسسة البريطانية اكسفورد عام ١٨٩٤ ومن الحاضرين ( الواقفون ) بركن ( الثاني من اليسار ) ولدنچ موند ( الرابع من اليسار ) ووليم رامساي ( الخامس من اليمين ) .

كان هذا في الاجتماع الذي اعلن فيه رامساي اكتشافه الغازات الخاملة .

أنها استقلت لقدرتها على انتاج حامض النيتريك الذي كان يستعمل في صناعة المفرعات التي كانت عصب الحرب العالمية الأولى والثانية / كان الكيماوي وخاصة كيماوي النصف الأخير من القرن التاسع عشر نوعاً خاصاً من العلماء ، فكان مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بالصناعة أكثر من الفيزيائي في العصور القديمة / كان اتجاه ربط العلم بالأغراض الصناعية كما رأينا من العوامل التي خفضت من حدة الجدل العلمي وخاصة للمواقف العلمية الأساسية في اواخر القرن التاسع عشر /

ومن الناحية العلمية البحتة يعتبر تعيين التركيب الجزيئي بالطرق الكيمائية العضوية أحد الانجازات العظيمة للعقل البشري / تمت الخطوات الحاسمة في هذا المجال على ايدي رجال قلائل ولكن تبعهم حشد كبير من الكيماويين استخدموا المنطق في التغيرات الكيمائية وبذلك استطاعوا تخيل اعقد الاشكال الهندسية للذرات في الفضاء وكذلك تصنيع مواد مشابهة وبذلك اثبتوا بالتصنيع ما أكدوه عن طريق التحليل ، وبهذه الطريقة تمت وتطورت الكيمياء العضوية واصبحت نظاماً منفصلاً عن الفيزياء لها قوانينها الخاصة وطرق العمل في مجالها .

#### الكيمياء الفيزيائية

لا ينطبق هذا على جميع افرع الكيمياء وخاصة الكيمياء غير العضوية ، حيث بدأ الاهتمام يتجه من مجرد تركيب الأجسام الى طرق التفاعل بينها الى تأثير الحرارة ثم عمليات الذوبان والتبلور والتحليل الكهربائي ، ومن هذه الاهتمامات ظهر فرع جديد من الكيمياء هو الكيمياء الفيزيائية / كان هذا هو أول هجين علمي لعلوم اخرى اتحدت وهي التي جمعت كل العلوم في وحدة مؤثرة علمية . بدأت الكيمياء الفيزيائية في الظهور عندما بدأت المحاولات في استغلال الرواسب الجديدة لأملاح المعادن في الصناعة وخاصة رواسب ستاسفورت والتي لا يمكن فصل مكوناتها إلا بهذه الطرق الفيزيائية / كانت هذه الطرق هي الأسس التي بنيت عليها صناعة الكيماويات الجديدة مثل طريقة صولفاي لصناعة النشادر بدلاً من طريقة ليلانك لتحضير الصودا وكذلك طريقة العامل المساعد التي هي عماد صناعة حامض الكبريتيك والتوشادر / كانت هذه الطرق الحديثة هي اساس احتكار تجارة الكيماويات الكبرى التي ظهرت في انكلترا /

#### بدء الكيمياء الحيوية

كان للكيمياء العضوية الجديدة نصيب حيوي آخر في تاريخ العلم ، فكانت

هي الطريق لفهم وإدراك العمليات البيولوجية . ففي الحقيقة كان من المستحيل فهم العمليات البيولوجية عن طريق الميكروسكوب وحده ، فكان لا بد من معرفة قوانين وطبيعة التفاعلات الكيميائية والمواد المتكونة من هذه التفاعلات كان لا بد ان يسبق التقدم في الكيمياء العضوية أي محاولات لصياغة علم الأحياء الأساسي في القرن التاسع عشر .

تم خلال القرن الثامن عشر معرفة عمليات البناء والهدم في الأجسام الحيوانية والنباتية ودور الكربون والأكسجين والهيدروجين واعتبار الجسم الحيواني آلة حرارية ، أما الأزوت فلم يعرف دوره إلا بعد مضي وقت طويل ، كان هذا نتيجة أعمال فون ليبج الذي أوضح ان جذور النباتات تمتص الأزوت من التربة وكذلك الفوسفات والأملاح وتم له أيضاً معرفة دورات الكربون والأزوت ، وكيف ان النبات يمتص الأزوت من التربة ثم يتناول الحيوان النبات ثم يعيده الحيوان الى التربة مرة أخرى بعد مماته / حتى الأزوت الموجود في الهواء تثبته بعض الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا العقدية الموجودة في جذور النباتات القرنية وترجعه الى التربة بعد مماتها ، كانت هذه العمليات بعيدة كل البعد عن ادراك اهمية ودور هذه العناصر الغير عضوية في الأجسام / ان معرفة طبيعة وخصائص المواد التي تتكون منها الأجسام الحية شيء ومحاولة تتبع الخطوات والتغيرات التي تطرأ عليها اثناء عمليات البناء في الأجسام الحية شيء آخر / ولذلك اخذت الكيمياء العضوية وقتاً طويلاً لكي تتحول الى الكيمياء الحيوية ، ومع ذلك مع انتهاء القرن التاسع عشر بدأت الكيمياء تتحول من تصنيع الأصباغ التي كانت تدر الأرباح الوفيرة الى معرفة التركيب الدقيق للمواد العضوية الطبيعية وظهر ذلك بوضوح في أعمال فيشر Emil Fischer (١٨٥٢-١٩١٩) على السكريات والبروتينات وهي عصب الحياة ، وقد استطاع ان يثبت انها تتكون من وحدات أو سلسلة من مركبات أبسط في التركيب وهي الأحماض الأمينية / وكتيجة للمنتجات الجانبية الناتجة من صناعة الأصباغ بدأت صناعة جديدة هي صناعة العقاقير لعلاج بعض الأمراض مثل سالفارسان Salvarsan لعلاج الزهري الذي اكتشفه أهريش Ehrlich (١٨٥٤ - ١٩١٥) وباير ٢٠٦ لمرض النوم والتنبؤ بانتصارات العلاج بالكيمائويات في القرن التالي .

## ( ٩ - ٥ ) البيولوجيا ( علم الحياة )

مع نمو العلوم الفيزيائية خلال القرنين الثامن والتاسع عشر وتفاعلها في

المجالات المختلفة ظهرت اهتمامات جديدة ونظرة علمية جديدة نحو الأجسام الحية ، تمتد جذور هذه الاهتمامات الى العصور القديمة وما التاريخ الطبيعي لأرسطو ووظائف الأعضاء لجالين إلا امثلة لذلك / وبعد مرور فترة طويلة كانت الاهتمامات فيها منصبة على الطبيعة كما يظهر ذلك في القصص الأدبية وكتب وصف النباتات ، تجددت هذه الاهتمامات بظهور المجلدات المصورة لعناصر الطبيعة في العصور الوسطى وعصر النهضة مزينة بعجائب وثراء الدنيا الجديدة . وخلال القرنين السادس والسابع عشر احدث ظهور الميكروسكوب ثورة في علمي التشريح ووظائف الأعضاء ،

تحولت اهتمامات الرواد الأوائل النشطة في علم الحياة قرب نهاية القرن السابع عشر الى اهتمامات سطحية ترفيهية لعجائب التاريخ الطبيعي من ناحية وإلى خدمة الطب المتمزجة والذي كان يشمل دراسة علمي النبات والحيوان كمصادر للعقاقير من ناحية أخرى / كانت هذه الفترة التي اتسمت بالملاحظات التي لا ارتباط ولا علاقة بينها خطوة ضرورية في تاريخ علم البيولوجيا وهو علم اغزر واغنى بكثير من الفيزياء والكيمياء / وليس هذا فقط بل هو علم يشمل العديد من الحقائق التي يجب ان تجمع وتحقق وتصف قبل استنتاج أي معنى منها وهو مجهود اخذ اكثر من مائتي عام من العمل المضني /

أما أهم الدوافع التي أدت الى الاهتمام بالعلوم البيولوجية ومن ثم التقدم في علم الحياة في القرنين الثامن والتاسع عشر هي أولاً الاستكشافات الجغرافية بحثاً عن موارد طبيعية جديدة / وثانياً النهوض بعلم الطب والتركيز على علم وظائف الأعضاء والتشريح ، وثالثاً الثورة الزراعية وما طرأ على الزراعة من تحول من زراعة تقليدية الى زراعة تجارية تفي بحاجة الأسواق / واخيراً حاجة الصناعات المتزايدة وتشمل صناعة المنسوجات والأغذية والمشروبات التي تعتمد على المنتجات الحيوانية والنباتية / والتي اصبحت لا تستطيع الاعتماد على الطرق التقليدية / كل هذه الاهتمامات تشابكت وتداخلت مع بعضها / اما عن الدافعين الأولين فقد استمر طول الوقت ولو ان الاكتشافات هبطت مع بزوغ نجم الطب / لم تظهر الزراعة المعتمدة على الاكتشافات العلمية إلا في أواخر القرن الثامن عشر بينما لم تظهر الصناعات البيولوجية إلا في أواسط القرن التاسع عشر /

وبالمقارنة بين الاهتمامات في الفيزياء والكيمياء كان هناك عدد محدود من المشكلات التي ظهرت نتيجة التطور في الصناعة نفسها / كانت العلوم البيولوجية

تطرق مواضيعاً متشعبة طارئة يصعب اثباتها عملياً ، ولذلك كان من السهل التأثر بالتيارات الفكرية البعيدة عن التفسيرات العلمية وخاصة في الفترة التي اشتعلت فيها المعارك بين رجال الدين والملحدّين بأشكالها المختلفة التي اهتز من أجلها القرنان الثامن والتاسع عشر وادت الى قيام الثورة الفرنسية . /

حاول رجال الدين استرجاع عقيدة الهيمنة الألهية التي فقدت بين الأجرام السماوية ، وعلى عكس ذلك حاول المفكرون طرد الأرواح من الكون باثباتهم ميكانيكية الحياة في الجسم البشري ونسف الأساطير الساذجة للخلق المذكورة في العهد القديم والقضاء عليها قضاءً مبرماً . / ثابر كل من الفريقين المؤمنين بآرائهما في جمع الأدلة التي تثبت عقيدتهما والتي كانا يعتقدان انها هي الطريق الصحيح متجهين نحو الطبيعة كمصدر لاثبات ذلك ، لم تستطع الآراء الدينية التي شكلت دون درس للحقائق ان توقف البحوث العلمية ، ولو انها استطاعت ذلك لفترة قصيرة ، الى ان ظهرت نظرية التطور معلنة آراءها الثورية ، ولقد قوبلت كل فقرة في هذه النظرية بالمعارضة الشديدة وكان العزاء الوحيد هو ربما الوقت الطويل اللازم لاثباتها ومن ثم لحسن ادراكها . /

يقتبل الناس في العلوم البيولوجية اكثر من الفيزياء وأقل من العلوم الاجتماعية / حقاقت المنافسين للأمور التافهة مع الأشياء العجيبة ، كل شيء في الحياة طبيعي ، ولا يوجد من يسأل لماذا ينمو العشب أو لماذا يزأر الأسد ؟ هذه طبيعة الأشياء فلها ان تكون ذلك وتستبقى كذلك / سواء عن طريق الحفريات أو الطرق التقليدية لعملية الخلق فمما لا شك فيه ان العالم كما نعرفه لم يكن كما هو اليوم بل كان مختلفاً / فمن السهل ان تؤمن ان العالم بدأ بانفجار عنيف أو بدأ من العدم من أن نحاول تتبع نموه خطوة بعد اخرى من شيء غير معروف ولا عادي ولكنه يختلف كثيراً عما نراه اليوم . /

والى عام ١٨٥٩ عندما تقبل المفكرون والجيولوجيون فكرة حدوث الكوارث - ويعتبر طوفان نوح بالنسبة اليها شيئاً ضئلاً ، لم تقبلوها دون صعوبة في الفهم والادراك / وعلى أي حال وبسبب تعقيدات العلوم البيولوجية الشديدة كان لا بد لأرساء قواعدها من بحث واستكشاف طبيعة الأجسام الحية وكانت هي رسالة المؤرخين للعلوم الطبيعية ، اما ما جاء بعد ذلك فستحاول تتبع خطوات تطور التاريخ الطبيعي ومعه علم الجيولوجيا لنصل الى نهاية المطاف وهي نظرية التطور

العضوي ، ومع كل أهميتها في تاريخ الفكر الانساني اعتمدت هذه النظرية على المظهر الخارجي والتركيب الداخلي للأجسام الحية وكذلك جفريات الكائنات الحية وليس على أي تجارب عملية ، أما الاتجاه الآخر وهو دراسة ومعرفة التركيب الداخلي للأجسام الحية نباتية وحيوانية كبيرة أو صغيرة فبدأت باستخدام الميكروسكوب ثم طرق البحث الكيميائية ، وفي نهاية القرن التاسع عشر اثبتت هذه الطرق أهميتها من الناحية العملية في علاج الأمراض وإنتاج المحاصيل .

### التاريخ الطبيعي والتصنيف - لينيس Linnaeus

كان القرن الثامن عشر عصر الرحالة ، والجامعين والمصنفين ، جاءت فكرة التصنيف من ضرورة ترتيب النباتات في الحدائق النباتية والمجموعات النباتية في المشبات ، بل جاءت أكثر من طبع الكتالوجات ، فكان من الطبيعي ان كل جامع أو صانع لكتالوج طريقة لتصنيف نباتاته أو حيواناته تبعاً لطريقة ما في التصنيف وكانت النتيجة هذه الفوضى في الاسماء وطرق التصنيف .

/ استمرت هذه الفوضى الى ان جاء في منتصف القرن الثامن عشر الشاب السويدي النشط والمصنف التابع كارل لينيس Carl Linnaeus ( ١٧٠٧ - ١٧٧٨ ) والذي منح رتبة النبيل Von Linné وهو ابن فليس فقير ثقف نفسه وأخذ على عاتقه تصنيف كل النباتات والحيوانات وكذلك المعادن في العالم ، كانت اعظم انجازاته هي التي تمت في علم النبات فقد رأى بثاقب فكره ان اكتشاف كاميراريس Camerarius ( ١٦٦٥ - ١٧٢١ ) العظيم أن الأزهار وهي الأعضاء الجنسية للنباتات هي الطريق الصحيح لتصنيفها / ومن ثم بدأ في تصنيف النباتات الى صفوف ورتب تبعاً لعدد الأسدية والكرابل في الزهرة / ابتكر لينيس التسمية الثنائية \* (٢٣) أساساً لوحداث التقسيم الصفري وهي الأجناس والأنواع ، فأعطى لكل كائن حي اسماً مكوناً من كلمتين الكلمة الأولى اسم الجنس والكلمة الثانية اسم النوع ليعرف به في الأوساط العلمية ٥٣-٥٠ /

/ كان الوقت مناسباً لتقبل هذه المعلومات - ولوانه كان عصر استبدادياً / قام لينيس بعدة رحلات وجمع العديد من النباتات وأنشأ حديقة نباتية في ايسلا Uppsala وسرعان ما جذب اليه مجموعة من التلاميذ الذين رحلوا الى جميع انحاء العالم جامعين للنباتات ومكملين لمجموعته / تأسست في لندن عام ١٧٨٨ جمعية لينيس ، وعلى أساس نظامه البسيط في تصنيف النباتات وقدرته الفائقة وتفوقه في فهمها عمل

بتصنيفه في جميع الأوساط العلمية ، ومع تغيرات بسيطة بقيت تصنيفاته للحيوانات والنباتات حية الى الآن . اما تصنيفه للمعادن فاعتمد على اسس غير علمية ولذلك سرعان ما ترك مفسحاً الطريق الى الطريقة الأساسية التي تعتمد على الكيمياء والتبلور .

نحو نظام طبيعي : بوفون Buffon

امكن للباحثين في علم التاريخ الطبيعي وهم مسلحون بأفكار لينيس ان يعملوا سوياً بفضل الأسماء الصحيحة للكائنات وتداول المعلومات عن هذه الكائنات المعروفة والمعينة ، وبذلك امكنهم المساهمة في وضع موسوعة موحدة لها وهو ما استمر الأخذ به الى الآن / كان نظام لينيس في التصنيف صلباً وصعب الأخذ به منذ البداية ولكن من غير تغيرات جذرية فيه امكن تحسينه تدريجياً حتى أصبح نظاماً طبيعياً / جمعت الأنواع المتشابهة في جنس واحد كما جمعت الأجناس المتشابهة في فصيلة واحدة وكذلك جمعت الفصائل المتشابهة في رتبة واحدة وهكذا ، وتمتاز كل وحدة تصنيفية بمميزات تمتاز بها عن الوحدات الأخرى /

كانت لأعمال المصنفين فائدة عملية مباشرة / فمن الناحية العملية كان لأقرارها تأثير ونتائج لم تكن متوقعة / كان من المستحيل ان تحصل على نظام طبيعي للتصنيف دون معرفة العلاقات التي تربطها والتي تعني ضمناً تصنيفها الى اجناس وقبائل وفصائل /

من اول الذين ادركوا ذلك جورج لويس دي بوفون George Louis de Buffon ( ١٧٠٧ - ١٧٨٨ ) فقد استطاع بذكائه ودماثة خلقه ان ينجز ما لم ينجزه أحد نحو نشر التاريخ الطبيعي بين القصور الملكية الفرنسية والطبقة البرجوازية الناشئة وقد منح رتبة نبيل وعين عام ١٧٣٩ مشرفاً على الخديفة الملكية والتي تسمى الآن بالخديفة النباتية وقد حولها الى معهد للبحوث حيث تدرّب فيها وتلقى العلم فيها الكثيرون من البيولوجيين والكيمائيين الفرنسيين وكانت مصدر إلهامهم / كان بوفون يختلف عن لينيس في اتساع افقه وغزارة معلوماته ليس فقط في علوم الحياة بل في العلوم الأخرى ، وكان في أول الامر فيزيائياً وطبقياً آراء نيوتون الأساسية في حقل البيولوجيا فكان حقاً وبلا منازع مصنفأ صبوراً ومثابراً دقيق الملاحظة / وضع بوفون اسس الكتابة العلمية أيما آراؤه الجريئة عن اصل الحياة النباتية والحيوانية بما فيها الانسان فقد حبيته الى فلاسفة وصناع الثورة الفرنسية /



شكل (١٩٦)

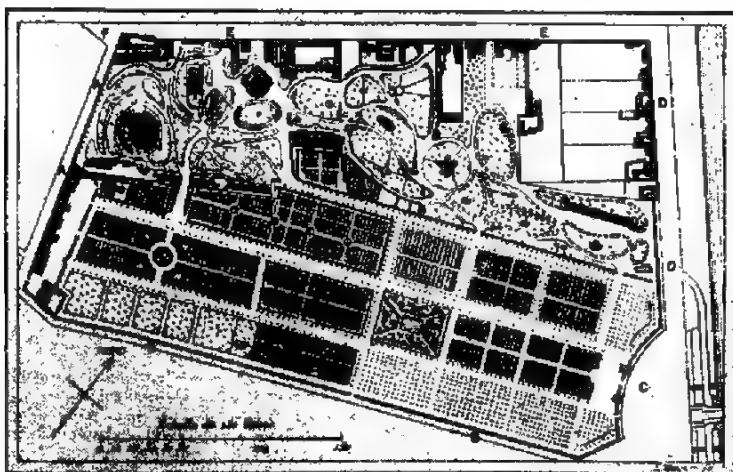
صورة لينيوس (كارل فون لينيه) (١٧٠٧ - ١٧٧٨) في الزي الارلندي .

طالب بوفون في مؤلفه الضخم « نظام الطبيعة » بأن العلاقات التي لا غنى عنها لتصنيف النباتات والحيوانات هي حقائق ثابتة ، وفي هذا أيده ارزمس دارون Erasmus Darwin (١٧٣١ - ١٨٠٢) والذي سبق ذكره كعضو قيادي في الجمعية



القمرية . كان ارزمس دارون طبيباً ناجحاً في تشفييد، وكان شاعراً ومبسّطاً للعلوم ومتأملاً وجريئاً في وضع النظريات البيولوجية وفي كتابة زوناميا Zoonamia محاولة لتتبع أصل الحياة من الكائنات الشريطية المتخلفة التي انتجت العديد من الأنواع المختلفة الأشكال نتيجة اختلاف الظروف البيئية / ولعدم استطاعة دارون فهم التركيب الدقيق للأجسام الحية وكذلك ميكانيكية عملها كانت افكاره تأملية ، ولكنها ساندت مباشرة الفلسفة الطبيعية وهي المدرسة الرومانسية في المانيا ولم تؤد الى اي افكار أو تجارب عملية جديدة ، مع ذلك ما فكر فيه دارون لم يستطع غيره بالرغم من تحسن الظروف حولهم ان يفكروا فيه إلا بعد وفاته /

لو لم تعارض نظرية دارون الثورة الفرنسية لقبلت فكرة نشأة الأنواع من أصل واحد كأمر مسلم به في اوائل القرن التاسع عشر / ومع ذلك كان من الضروري في أوائل القرن التاسع عشر اكثر من أي وقت مضى مساندة ما جاء في الكتاب المقدس من حكايات عن خلق الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات في الأيام المخصصة ولذلك استمر البيولوجيون اكثر من خمسين عاماً ينظرون الى ميكروسكوباتهم بعيون مغمضة ويرفضون التفكير في نظام الكون /



شكل (١٩٧)

تخطيط لحديقة النباتات ( الحديقة الملكية ) في فرنسا .

## الثوريون الأوائل - لامارك Lamark

فكر بعض العلماء ومنهم المبدع الأكبر لامارك (١٧٤٤ - ١٨٢٩) وكان يعمل نباتياً في الحديقة النباتية وأعلن مبادئه الشجاعة عام ١٨٠٩ وهي ان الأنواع الموجودة الآن نشأت من انواع قديمة نتيجة الملازمة البيئية ، فالكائنات الحية التي تستطيع ان تتكيف وتتلاءم مع البيئة المحيطة هي التي تستطيع الحياة فمثلاً الزرافة عندما وجدت اوراق النباتات نامية على اشجار عالية استطاعت ان تمتد في عنقها واصبحت هذه الصفة من الصفات المتوارثة بين الأجيال / كان من الصعب تصور هذه الفكرة ولذلك لم يقبلها إلا القليلون ولكن بمضي الوقت تجمعت الأدلة على صحتها ليس فقط في دراسة الأجسام الحية بل في دراسة الحفريات أيضاً /

### الجيولوجيا التأملية ونظرية الخلق

جاءت دراسة علم الجيولوجيا متأخرة عن باقي العلوم / فكانت علماً متفوقاً رفيع الشأن / لم يستطع جامع الصخور في معمله عمل شيء اكثر من التعجب على الأشياء الشاذة / ومن ناحية اخرى كان عامل المنجم يضع كل اهتمامه في خام المعدن وكيف يستدل عليه بين الصخور الأخرى دون الاهتمام أو محاولة فهم أو تصور كيف نشأت الأرض وما هو تاريخها ، ومع ذلك بدأ التفكير في طبيعة الكون / وفي الحقيقة ، ومنذ أقدم العصور كانت ظاهرة وجود القواقع والأصداف على قمم الجبال ، مما يدل على سابق غمرها بالماء - من الأمور التي كانت تحير العقول / وادى هذا الى التفكير في أصل الحياة / وقد بدأ نسيب هذه المشاهدات الى طوفان نوح / ومن خلال الرحلات والمشاهدات الناتجة من البراكين والزلازل ظهرت نظرية جديدة وهي ان الأرض تعرضت لنكبات متتالية كان من نتائجها انشقاق سطح الأرض بفعل نارها الداخلية / ادى هذا الى استمرار النقاش والحوار بين الآراء المختلفة للمؤمنين بنبتون آله البحر ويلوتو آله الموتى والمؤمنين بحدوث الزلازل والفيضانات خلال القرن الثامن عشر /

### هتون Hutton والمعقول

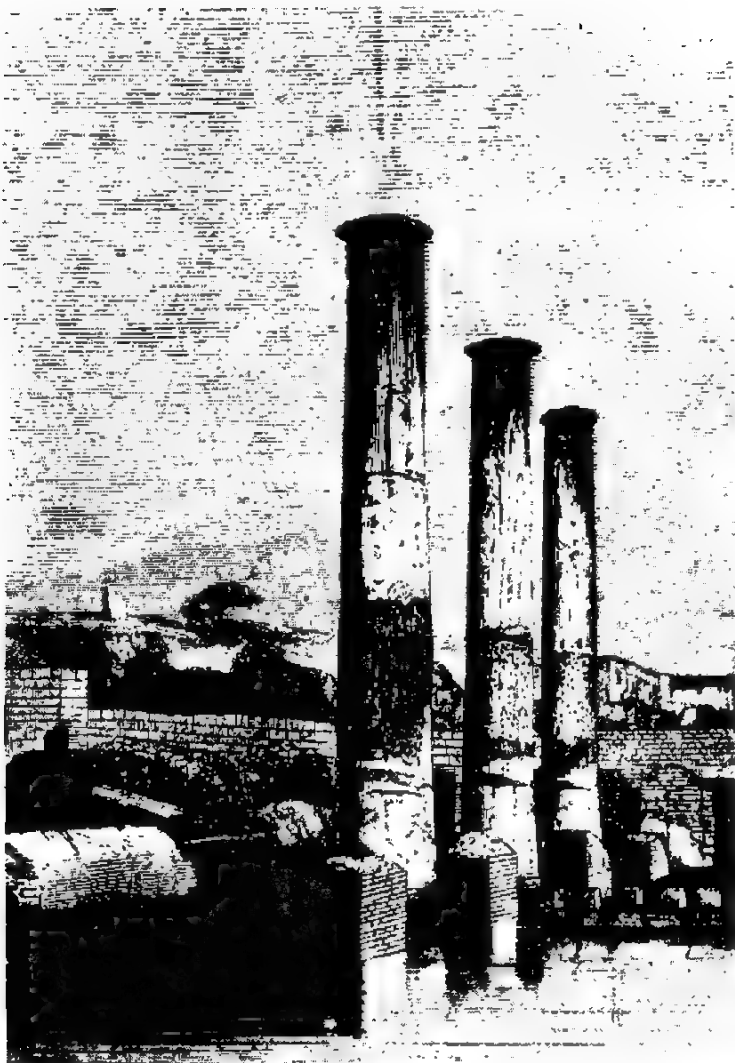
جاء أول تغير جذري في الجيولوجيا التأملية على يدي هتون وكان طبيباً من ادنبرا صديقاً حميماً لبلاك وكان أحد افراد مجموعة من العلماء والفلاسفة النابغين الذين جعلوا من مدينتهم « اثينا الشمال » ، وفي مؤلفه « نظرية الأرض » وضع

نظريته الثورية في تصورها وهي ان الشواهد الجيولوجية التي نراها هي نتيجة التفاعلات بين القوى المختلفة التي لا تزال تعمل من حولنا ، ومن رحلاته المتعددة في بلاده وخبرته كفلاح يفلح الأرض استنتج ان الوديان تكونت نتيجة نحر الأنهار أما السهول فنشأت من ترسيب الطمي الذي تجلبه الأنهار وتصلبه بعد ذلك ليس هذا فقط بل استطاع ان يدرك ان الصخور غير الرسوبية والغير طينية لا يمكن ان تكون قد نشأت في الماء كما ذكر ويرنر Werner ( ١٧٤٩ - ١٨١٧ ) ولكنها نشأت من تصلب طفوح بركانية ، كانت هذه الأفكار منطقية بدرجة انها استطاعت ان تقاوم الآراء المناهضة للثورة الفرنسية والتي أدت الى انشاء مدرسة للجيولوجيين الذين كانوا دائماً يبحثون عن الآثار الباقية للخليقة - ٥٢ ، ولكن آراء هتون كانت دائماً موجودة . /

جاء تقدم علم الجيولوجيا عن طريق شق القنوات أكثر من حذق واجتهاد عمال المناجم المحدود ، استنتج وليم سميث William Smith ( ١٧٦٩ - ١٨٣٩ ) مهندس القنوات ومساح الأراضي من اعماله العديدة ان كل الجزء الجنوبي من المملكة المتحدة يتكون من طبقات متتالية في تسلسل منتظم وقضى معظم وقته في تخطيط هذه الطبقات في أول خرائط جيولوجية في العالم . /

#### مبادئ ليل Lyell

اصبحت نظرية الكوارث صعبة الإدراك وسقطت تماماً عندما احيا ليل في كتابه « مبادئ الجيولوجيا » مذهب هتون Hutton وهو تفاعل القوى الطبيعية ووجد نظريته الاتساق Uniformitarian التي تعتمد على المشاهدات العديدة ١٨٠٥ . / اذا كانت كل طبقة تمثل عصرأ جيولوجياً مميزاً فإن الحفريات التي توجد في باطنها لا بد وأن تمثل الكائنات الحية التي كانت تعيش اثناء تكوينها ، كما تمثل هذه الحفريات نماذج مختلفة من الحياة وتطورها ، فمثلاً لم تظهر الزواحف قبل حقبة الحياة الوسطى كما لم تظهر الثدييات قبل العصر الثلاثي ، وقد سلم ليل كضرورة منطقية بثبوت الأنواع لكي تخلق انواعاً جديدة في كل حقبة ثم انقراضها ومن الطبيعي أن يأخذ ذلك وقتاً طويلاً جداً وبذلك اصبح من الصعب الايمان بفكرة الخلق المذكورة في الكتاب المقدس بعيداً عن اعجازها ، ومع ذلك كان من الصعب التجرؤ بالتساؤل في هذا الموضوع في جو الأحداث التي كانت سائدة في اوائل القرن التاسع عشر . /



شكل (١٩٨)

في كتابه « اساميات الجيولوجيا » الذي نُشر في لندن عام ١٨٣٠ أكد شارل ليل Charles Lyell  
 (١٨٧٧ - ١٨٧٥) فكرة التغيرات الجيولوجية البطيئة لشرح ملامح سطح الكرة الأرضية .  
 تين الصورة هيكل سيرابيس Serapis وانخفاضه التدريجي .

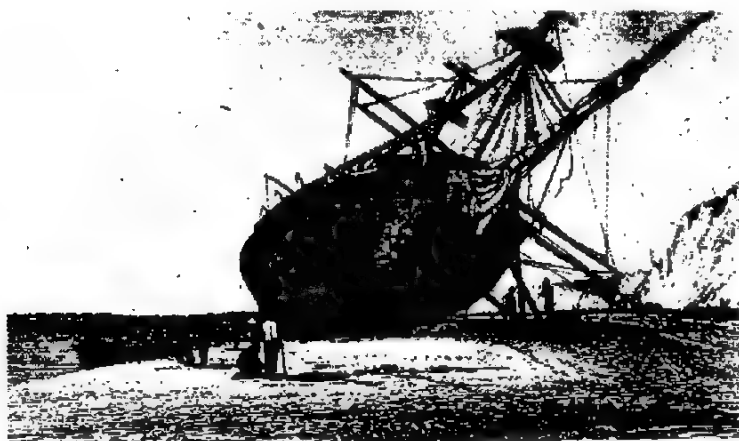
وفي الحقيقة لم يكن ممكناً القضاء على الأفكار الدينية القديمة قبل ان تكتمل البراهين الدافعة ضدها بالاضافة الى وجود وسائل مقنعة لبيان كيف ان الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات يمكن ان تنشأ نتيجة تطور البعض الآخر / جاء ذلك في شكل انتخاب طبيعي على يدي شارلس دارون حفيد أراسمث دارون ، كان دارون الصغير نتاجاً حقيقياً للرأسمالية في أواسط العصر الفكتوري / فكان رجلاً مستقلاً معتمداً على نفسه / وبعد رحلة طويلة حول العالم على المركب البيجل Beagle ٣٦٥ تقاعد في حديقته ومعمله من دون هوس ليلقي نظرة عامة ولكن دقيقة على الطبيعة الحية وخاصة مشكلة أصل الأنواع . /

تأثر دارون وانطبع في ذهنه مشكلة التوزيع الجغرافي للأنواع النادرة التي شاهدها في الجزر المنعزلة مثل الجالاپاجو Gala pago / كان من الأمور الآخاذة ان مثل هذه الأنواع قد نشأت من أصل واحد ولكنها اختلفت في نموها واتخذت لها هذه الأشكال المختلفة ولكن لماذا وكيف ؟ هل تم هذا نتيجة اختلاف طرق الحياة لهذه الحيوانات مما أدى الى نمو بعض الأعضاء دون الأخرى ؟ / بدأ دارون يفكر في امكانية تطبيق المنافسة في الحياة الاقتصادية الانسانية على عالم الحيوان ، وخاصة كان بين يديه نظرية جاهزة معقدة لتحقيق استغلال الرأسمالية / كانت الحياة في نظر القس مالتس Malthus صراع والبقاء فيها للأحسن والثراء والجاه هما مكافأة الفضيلة / في هذا الصراع / كانت الأمراض والجروب هي وسائل عدم ازدياد السكان زيادة رهيبة تزيد عن طاقة مصادر الغذاء ، فإذا طبقنا ذلك على عالم الحيوان فإن الأنواع التي تستطيع ان تغير من نفسها لتلائم البيئة التي تعيش فيها هي التي تورث هذه المميزات الى اولادها واحفادها ومن ثم تستطيع هذه الأنواع البقاء / كانت المجاعات فرصاً مناسبة لمشاهدة ذلك على الطبيعة . /

### الانتخاب الطبيعي

كان دارون رجلاً حريصاً جداً فلم يشأ ان يسارع بنشر آرائه ففضى ما يربو على العشرين عاماً يجمع الأدلة والبراهين الدافعة لاثبات ذلك وقد استتج هذه الأدلة من جميع افرع التاريخ الطبيعي - من الصخور وما تحويها من حفريات وما تشير اليه من تتابع تطور الأشكال في العصور الغابرة ، ومن التوزيع الجغرافي للحيوانات والنباتات في العالم واخيراً من دراسة تجارب النهجين العظيمة التي

كانت قائمة في القرن التاسع عشر يفرض تحسين النسل وانتاج هجن عجيبة من الكلاب والحمام والتي امدته بأمتلة غريبة لا تقل غرابة عن التي تحدث نتيجة التطور ، كان يمكن لدارون ان ينشر نظريته في ذلك الوقت لولا ان رجلاً آخر هو الفرد رسل والاس Alfred Russel Wallace (١٨٢٣ - ١٩١٣) توصل الى نفس نظرية تطور الأنواع مستقلاً عنه من دراساته توزيع الحيوانات في جزر الهند الشرقية .



شكل ( ١٩٩ )

السفينة بيجيل التي كان يقودها الكابتن روبرت فيتزروي ، وكانت محبوب حول العالم من عام ١٨٣١ الى ١٨٣٦ وكانت تحمل مجموعة من الرجال على رأسهم شارلس دارون / ادى العمل الذي اتمه على هذه السفينة الى ظهور « أصل الأنواع » .

### أصل الأنواع والجدل حول نظرية التطور

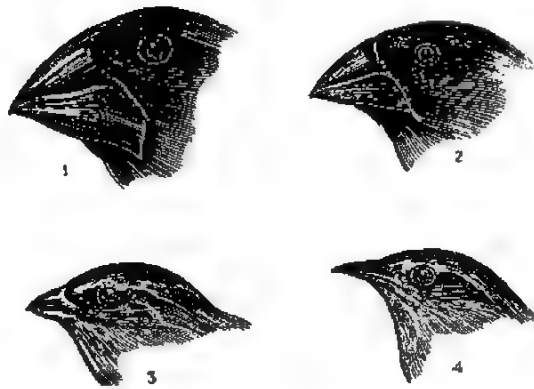
يبين الانفجار الذي حدث عقب نشر كتاب أصل الأنواع «Origin of Species» كيف كان دارون حريصاً ومتبصراً في عدم نشر آرائه قبل التحقق منها / حتى في أواخر الستينات خلق المعارضون حواراً وجدلاً مريراً انعكس على الموضوعات اللاهوتية والسياسية أكثر من الموضوعات العلمية البحتة ومع ذلك

أحدثت هذه الآراء الجريئة آثاراً عظيمة على التحرير كما أعطت أساساً موحدة تنطبق على جميع الأحياء /، وبالرغم من ذلك كان تأثير الآراء الداروينية على العلم تأثيراً تأسياً ولكن زادت دون شك من اهتمام العلماء البيولوجيين وجذبت انظار الكثيرين منهم ، ولكن التأكيدات التي وضعتها نظرية دارون على أهمية تتبع التطور والعلاقات التي تربط الأجسام الحية ببعضها ، وكذلك ضرورة عمل اشكال بيانية تبين تطور الكائنات الحية صرفت اهتمام البيولوجيين من مجرد دراسة الحياة وميكانيكية أجسام الحيوانات والنباتات ، ومن اجل هذا لا يمكن لأحد ان يلوم دارون نفسه على ذلك ، حيث ان بحوثه المكثفة الدقيقة التي شملت مواضيع مختلفة كدودة الأرض والنباتات آكلة الحشرات والتعبيرات التي تظهر نتيجة الانفعالات تجعله احد الرواد الأوائل لعلم البيولوجيا التجريبية ٥٠٣٣-٥ .

### الفلسفة الطبيعية

استمر الجدول حول اصل الأنواع الى نهاية القرن التاسع عشر ، ومن الضروري الآن ان نرجع الى الوراء الى مطلع هذا القرن لنلتقط خيطاً آخر نصل به الى معرفة الكائنات الحية من دراسة تركيبها الدقيق ، جاءت النبضات الأولى من دراسة التاريخ الطبيعي ولكن اكثر النبضات جاءت عن طريق علمي التشريح ووظائف الأعضاء وعلاقتها بالقوة بالطب /

/ كان علم البيولوجيا اكثر العلوم حفظاً للآراء الصوفية ، الافلاطونية والولياتية والباراسلسانية/ والتي وجدت آخر صدى لها في الموسوعة الألمانية / الفلسفة الطبيعية / التي ظهرت في مطلع القرن التاسع عشر / وبتشجيع من الفلاسفة امثال هيردر Herder وشلنج Schelling والشعراء امثال جوته Goethe / بزغت فكرة البحث عن حقيقة النظام الإلهي للكون الذي لا يمكن ادراكه والمرتبطة بتجديد العنصر الألماني ودمار العنصر الفرنسي المادي البغيض ٢٠٥ / ومع ذلك فقد اقتضى البحث عن الأنواع الأولية القديمة دراسة مقارنة للشكل الخارجي للكائنات الحية نباتية وحيوانية والتي استمرت طويلاً حتى بعد ان تبخرت الآراء التي أدت اليها / كان لورنز اوكن Lorenz Oken احد الذين احبوا العلم الألماني وكان واحداً من مؤسسي هذه المدرسة والمسؤول عن وضع اسس تصنيف الكائنات الى اقسام رئيسية حية ومنقرضة . /



شكل ( ٢٠٠ )

طيور دارون ( خضيرى ) : لاحظ دارون في رحلته الى جالاباجوس اختلاف الطيور في النوع الواحد بالرغم من ثبوت الأحوال الجوية مما جعله يعتقد بوجود انواع متشابهة في كل جزيرة ، وفي مجلة *Journal of Researches* ١٨٤٥ بين ان اختلاف الشكل في المتأخر سببه طبيعة التقلية . من كتاب شارلس دارون .

#### الميكروسكوب : الأنسجة والخلايا

كانت هناك بجانب هذه الاهتمامات الطبيعية اهتمامات أخرى طبية ، وبالرغم من امتزاج طب جالين التقليدي بالوصفات العربية لشفاء المرضى والتي كانت منتشرة في ذلك الوقت لم يستطع هذا النوع من الطب مقاومة التقدم في علم الكيمياء / والبيولوجيا ومع ذلك لم يتم شيء ليحل محل هذا الطب القديم حتى بداية القرن التاسع عشر / كانت النتيجة وجود عصر سادت فيه التأملات وادعياء الطب امثال جال Gall وميسمر Mesmer ومغناطيسيته الحيوانية / كان جال من رجال التشريح ويعمل في علم فراسة الدماغ ( معرفة الذكاء من شكل الجمجمة ) . وقد تبعهم الكثيرون .

وفي ذلك الوقت عاد الاهتمام بعلمي التشريح ووظائف الأعضاء مما أدى الى التقدم الكبير في تفهم الجسم البشري في صحته ومرضه / استطاع بيشات Bichat ( ١٧٧١ - ١٨٠٢ ) في حياته القصيرة ان يعيد انشاء علم الأمراض



ویدراسته الدقیقة على الأعضاء المختلفة استطاع أيضاً ان یميز الأنسجة المختلفة من عصبية وشریانیة ووریدیة وعضلیة ولیفیة وغددیة وجلدیة والتي كانت معروفة للكثیرین / جاءت بعد ذلك دراسات اخرى قام بها علماء آخرون استعملوا فیها المیکرسکوب اللونی ochromatic الذي اخترعه امیکي Amici ، عام ١٨٢٧ والذي بواسطته استطاعوا معرفة التركيب الدقیق للأنسجة ( علم الأنسجة) أفضل بكثير من سبقوهم من رواد القرن السابع عشر / اوضحت هذه الدراسات ان الأنسجة تتركب من وحدات صغیرة هي الخلايا وأن هذه الخلايا تختلف عن بعضها فی الشكل فهي مربعة فی الكبد طويلة فی العضلات طويلة جداً فی فی الأعصاب . /

#### نظرية الخلية

يمكن اعتبار الجسم الحي مستعمرة من الخلايا كما بین ذلك شلیدن Schleiden (١٨٠٤ - ١٨٨١) وشوان Schioann (١٨١٠ - ١٨٨٢) ، وان هذه الخلايا نشأت من خلية واحدة جاءت نتيجة اندماج خلیتین خلیة البویضة وخلیة الحيوان المنوي / وقد تتبع بیر Baer (١٧٩٢ - ١٨٧٦) نمو الجسم من البویضة الملقحة حتى یكتمل نموه / ولقد اوضح العلم الجدید الذي اوجده وهو علم الأجنة القرابة بین الحيوانات المختلفة فی الأقسام الكبرى كالفقریات / ولقد أتاحت نظرية الخلية سهولة فهم نمو وتطور الكائن الحي مثله مثل الانتخاب الطبیعی فی ظهور وتطور الأنواع ، ويظهر ان كلتا الطریقتین تسیران فی خطین متوازیین نحو التطور / بدأت الدراسات المیکرسکویة فی كل المجالات البیولوجیة فی ایضاح الكثير من المشكلات غیر المتظرة / ولكن فی المراحل الأولى لم یكن لها تأثير عملي كبير ولكن بدأ تأثيرها یظهر عندما بدأت الدراسات على الكائنات الدقیقة الحيوانیة والنباتیة ٥-٦٩ ، وكذلك الكائنات وحيدة الخلية كالبروتوزوا والبكتريا التي أدت الى تفهم الحیاة ووظائف الخلايا ومنها امكانیة السيطرة على الكائنات الحية . /

#### التخمير

كما حدث فی تاریخ العلم تأتي المنجزات من المحيط الخارجي له كدراسة الآفات الزراعیة والصناعات الكیماویة / فمنذ فجر التاريخ الحضاري استغل الانسان عملیات عرفت باسم التخمير عندما تكون نهايتها مفیلة او التعفن اذا

/ كانت غير سارة ، وباتفاق هذه العمليات واتباع التعاليم استطاع الانسان التحكم في مجموعة من العمليات مثل انتاج البيرة أو صنع الجبن أو دبح الجلود ، ولكن ككل العمليات التكنيكية كان من الصعب بل من الخطر تغييرها ، وكان المجهود نحو التوسع فيها لأجاية الطلبات المتزايدة وفي نفس الوقت أدى ذلك الى حدوث الكثير من الكوارث . /

### / باستير وعلم البكتريولوجيا

في المدينة الصناعية ليل Lille عام ١٨٥٥ تعرف الأستاذ الكيماوي باستير على نشاطات الأحياء الدقيقة التي تحدث التخمر ، كانت البيرة والنبيذ جيدة عامة ولكنها كانت تسوء في بعض الأحيان ولم يجد باستير أي سبب كيماوي لذلك عند فحصها بالميكروسكوب / وجد باستير عندما يكون التخمر عاديا الخلايا الكروية وهي الخميرة التي درست قبل ذلك بواسطة كارينارد دي لانور Carignard de la Tour (١٧٧٧ - ١٨٥٩) ولكنه وجد عند حدوث تخمر غير عادي اجسام مختلفة سماها فيبرويس Vibrios لأنها كانت دائمة الحركة عندما كان يشاهدها تحت الميكروسكوب ٩١-٩٠ /

/ وكما رأينا كانت اهتمامات باستير الكبرى الأنشطة الكيماوية للأجسام الحية في عمل جزيئات غير متشابهة / اقتنع باستير من تجاربه على فطر عفن الخبز على أن عملية التخمر لا بد وان تكون نتيجة نشاط الكائنات الحية وليست تفاعلات كيميائية . / وككيماوي بحث باستير ليس فقط في شكل وتركيب الكائنات الحية الدقيقة بل في قدراتها الكيماوية ايضاً فبحث في امكانية هذه الكائنات العيش في الهواء وبعبء عنه وبذلك امكنه تصميم طرق عملية لما نسميه اليوم بالتعقيم لمنع هذه الكائنات من التدخل في عمليات صنع البيرة والنبيذ الناجحة . /

/ مكنت معلومات وتجارب باستير وكذلك افقه الواسع في مجال عمليات التخمر من انكاره الشديد والتصدي لامكانية الخلق التلقائي والتي ادت الى معارضته الشديدة لبوشيت Pouchet (١٨٠٠ - ١٨٧٢) . بين باستير انه باستبعاد الميكروبات الهوائية غير المرئية تستطيع المواد الحيوانية والنباتية الاحتفاظ بسلامتها من التعفن الى الأبد ، وبذلك اقنع المثقفين بالحقائق التي سبق ان توصل اليها ابييرت Appert عام ١٨١٠ بتجاربه وهي حفظ الأغذية بغليها ووضعها في اوانٍ زجاجية مقللة ، وهي الطريقة التي تعتمد عليها صناعة

التعليب اليوم / كان يظن في بادئ الأمر أن سبب ذلك غياب الأوكسجين في الأواني الزجاجية التي استخدمها ابيرت وهو الذي يسبب التعفن ولكن أثبت باستير أن الهواء المرشح يمنع كالفيلان تماماً حدوث التعفن .

/ ولانشغال باستير في الناحية العضوية لعملية التخمر ساعده ذلك على معارضة آراء ليبج التي ترجع ذلك الى مخائر كيمائية خاصة والاهتمام بذلك الموضوع / كان ذلك عام ١٨٩٧ عندما نجح بخنر Buchner (١٨٦٠ - ١٩١٧) مصادقة من عزل ذلك الأنزيم من الخميرة بطحنها وبذلك احتفل بوجود الأنزيمات وبذلك ثبت في النهاية ان كلا من ليبج وباستير كانا يسيران في الطريق الصحيح وإن التخمر يحدث بتأثير انزيم وأن هذا الأنزيم لا يمكن ان يعمل إلا في الأجسام الحية ٣٠٥ /



شكل (٢٠١)

/ لويس باستير (١٨٢٢ - ١٨٩٥) في معمله في كلية النورمال بباريس من كتاب « اخبار لندن المصورة » عام ١٨٨٤ .

/ مرض دودة القز ونظرية الجرثوم

في عام ١٨٦٥ عهد الى باستير حل مشكلة صعبة كانت الصناعات

الجديدة في فرنسا تعتمد اعتماداً كبيراً على مصادر الحرير وقد هددت هذه الصناعات بالتوقف عندما اصاب ديدان القز مرضاً غامضاً وقد استدعي باستير للتغلب عليه / وكان في ذلك الوقت عالماً صغير السن بحيث لم يكن يعرف طبيعة ديدان الحرير وان هذا المخلوق الدودي القبيح يتحول الى شرقة جميلة ومع ذلك بمجهود شاق من البحث لمدة عام وجد ان المرض سببه كائن يعيش وينمو داخل الشرقة نفسها / وبذلك وجد الطريقة التي يتغلب بها على المرض /

ومنذ ذلك الوقت أيقن باستير ان سبب الأمراض التي تصيب الكائنات الكبرى كالانسان لا بد وان تكون احياء دقيقة كالتى تسبب المرض لدودة القز / لم تكن هذه فكرة جديدة فالفكرة قديمة قدم الأمراض نفسا ويشهد على ذلك ظاهرة العدوى والأوبئة ، وخطا جينر Jenner ( ١٧٤٩ - ١٨٢٣ ) أول خطوة عملية لمقاومة مرض الجدري عن طريق التطعيم بفرض وجود الفيروس في حالة ضعف يعكس طريقة التلقيح العنيفة بميكروب الجدري نفسه والتي كانت تمارس لقرون عديدة ، ومع ذلك لم يكن احد يعترف بوجود هذه الميكروبات التي تسبب الأمراض حتى مخترفو مهنة الطب الذين كانوا يؤمنون بآراء ارسطو وابوقراط ومع ذلك تمكن ليونيهوك Leeuwenhock من رؤية هذه الكائنات الدقيقة باستعمال الميكروسكوب ولكنه لم يدرك ان هذه الكائنات هي السبب في حدوث الأمراض التي تصيب الحيوان والنبات والانسان .

وعندما تجمعت الأدلة خلال مائتي عام على هذه الحقائق اصبح اكتشاف دور البكتريا متأخراً عن ميعادها / وفي حالات متشابهة لم يكن باستير الأول أو الوحيد في هذا المجال فقد استطاع كوخ Koch ( ١٨٤٣ - ١٩١٠ ) وهو طبيب الماني جاء بعد دافين Davaine ( ١٨١٢ - ١٨٨٢ ) من دراسة تكاثر بكتريا الجمرة الخبيثة واستنبط طريقة التربية على الجيلالتين مما ساعد على ايجاد سلالات نقية وهي الطريقة التي استخدمها لفصل الكائنات المسببة للسل والكوليرا / وضع لистер Lister ( ١٨٢٧ - ١٩١٢ ) في اسكتلندا اسس الوسائل العملية للتطهير وبذلك بدأت تنخفض حالات الوفيات في المستشفيات / كان باستير هو الجندي الأول في الحرب ضد الميكروبات .



*Ant. Serphidus cal. sp. p. p.*

*Ant. Serphidus*

*Ant. Serphidus*

*Ant. Serphidus*

*Ant. Serphidus*

شكل (٢٠٢)

في عام ١٨٦٥ درس باستير الأمراض التي كانت تصيب دودة القز والتي افادته في اكتشاف  
اسباب الأمراض التي تصيب الحيوانات والإنسان وهي الكائنات الدقيقة . من كتابه دراسة في  
الأمراض التي تصيب دودة القز .

## باستير ومقاومته للأطباء

باخلاص باستير وتفانيه في خدمة الانسانية وكذلك قوة شخصيته نجح في التغلب على المقاومة التي كانت قائمة ضد الآراء الحديثة عن الأمراض وأسبابها وفي الحقيقة كانت مقاومة شرسة تلك التي ساندتها جميع القائلين بمزاولة مهنة الطب / وكانت شهرة باستير ككيماوي وكمستشار في الصناعة وقاهر للمرض الذي اصاب دودة القز هي التي اقنعت المسؤولين في المستشفيات لأتباع طرق الوقاية التي تستخدم الآن في مستشفياتنا / وعندما اثبت باستير بالتجربة النتائج الناجحة للمناعة ضد الجمرة الخبيثة في الأغنام ثم داء السعار في الانسان نالت تجاربه شهرة وتشجيعاً مما ادى الى الاعتراف بأرائه حتى من الأطباء /

## ظهور الطب العلمي

كان من نتيجة الثورة التي قادها باستير ضد الأمراض قيام الطب العلمي / ثم في القرون الماضية معرفة الكثير عن الجسم البشري لم سلوكه في الصحة والمرض ولكن كان ذلك علماً ناقصاً حيث كان في استطاعته فقط التنبؤ بأعراض المرض أو تخفيف الألم ولكن لم يكن في استطاعته مقاومة المرض بمنعه أو علاج المريض لم جاءت الطرق القليلة الفعالة لمنع المرض كالحجر الصحي أو التطعيم أو العلاج بالزئبق في حالة الزهري أو الكينين للملاريا نتيجة الصدف أو التقاليد القبلية لم ولكن لكون هذه الطرق غير مبنية على اسس علمية لم يكن في الإمكان تعميمها أو استخدامها في علاج امراض اخرى لم وبدون معرفة أو الأخذ بنظرية الجرثوم لم يكن في الامكان ادراك ما يحدث اثناء الاصابة بالأمراض المعدية ولم يكن في استطاعة الأطباء إيقافها بل كانوا يتبعون تأثيرها على المرضى مما سبب انتشارها /

## مقاومة الأوبئة - البكتريولوجيا

عندما اصبحت نظرية الجراثيم حقيقة علمية وطرق مقاومتها ضرورة قومية كرس عشرات من الرجال حياتهم لدراسة الأمراض المعدية وتبعية حياة الجراثيم التي تسببها وإيجاد طرق المناعة وتحضير الأمصال الوقائية منها وحتى بدون ذلك إيجاد طرق الوقاية الضرورية لوقف انتشارها لم وتحسين طرق صرف مياه المجاري بدأت تختفي الأمراض التي تنتقل جراثيمها بواسطة المياه مثل التيفوئيد وكذلك بدأت تنخفض حالات الوفيات بين الأطفال بسبب حمى الدفتيريا ، ومن

ناحية أخرى امكن السيطرة على الكوارث التي كانت تحدث نتيجة تفشي الكوليرا والطاعون إلا في المناطق الفقيرة التي كان يصعب فيها اتخاذ تدابير الوقاية .

ان النجاح العظيم الذي احرزته نظرية الميكروب وطرق السيطرة على معظم الأمراض الحادة التي اهلكت الكثيرين من الأطفال والشباب / اغلقت لبعض الوقت اذهان الجماهير ومحترفي مهنة الطب عن الحقيقة وهي تفهقر حارس المرض قليلاً الى الوراء وان الأطباء في طريقة علاجهم للأمراض اهتموا فقط بالمرض نفسه دون الاهتمام بتفاعل الجسم مع المرض الأمر الذي من أجله بقيت امراض الكساح والسكر والسرطان والقلب تتحدى علماء القرن التالي / ومن خلال علم البكتريولوجي اقتحم العلم لأول مرة والى الأبد مجال الطب ، وسرعان ما أصبح جزءاً أساسياً ومتكاملاً للطب التقليدي / كانت اعمال باستير وتلاميذه وكذلك المدارس الأخرى في البكتريولوجيا علمية بحثية وليست طيبة تطبيقية ولكنها كانت حاسمة في تاريخ البشرية / بين باستير من دراساته الأولية انه حتى الكائنات الدقيقة لا تتخلق من العدم وليس هناك على هذه الأرض عمليات خلق جديدة وان هذه الأجسام الدقيقة مخلوقات حية بدلالة تحركها وتكاثرها وأن حياتها تختلف كثيراً عن حياة الكائنات الراقية ، حياة كيميائية أكثر منها بيولوجية ميكانيكية ، تعتمد على الجزيئات وليس على الأجهزة وبذلك كان باستير احد مبشري ثورة الكيمياء الحيوية للقرن العشرين .

#### كلود برنارد والكيمياء الفسيولوجية

اما المبشر الآخر للكيمياء الحيوية فكان الفرنسي كلود برنارد Claude Bernard ( ١٨١٣ - ١٨٧٨ ) الذي درس فسيولوجيا الجسم البشري والحيوانات واكتشف ان النشاطات الداخلية للجسم تتم نتيجة توازن بين التفاعلات الكيميائية التي تحدث بداخله وقد اوضح خفايا الكثير منها كما يتوقف على هذا التوازن الحياة نفسها وكلما ارتقى الكائن الحي كلما تطلب ذلك مجهوداً أكبر في حفظ الظروف الداخلية ثابتة لا تتأثر بالظروف المحيطة ، وبذلك يستطيع الحياة بينما تفقد الكائنات الدقيقة قدرتها على الحركة اذا خفضت درجة حرارتها الى درجة التجمد أو تموت اذا ارتفعت درجة حرارتها الى درجة الغليان \* (٢٤) .

#### علم الأعصاب

ان دراسة عمل الأعصاب وطريقة سيطرتها على الجسم / وهي إحدى

الدراسات الفسيولوجية التي تركت كامنة منذ تجارب جالان قرابة مائتي عام عادت الى الحياة مرة اخرى في القرن التاسع عشر / وكان الفضل في ذلك يرجع الى بل Bell ( ١٧٧٤ - ١٨٤٢ ) وماجندي Magendie ( ١٧٨٥ - ١٨٥٥ ) اللذين من خلال تجاربهما العظيمة استطاعا فهم وظائف الأعصاب سواء ارسال الاشارات الى العضلات أو استقبالها من أعضاء الحس / كذلك اتصال الأعصاب ببعضها في نظام معقد وهو الجهاز العصبي / القت هذه النتائج أول ضوء على تحكم أهم وأعقد جزء من هذا الجهاز العصبي وهو المخ / وحتى في القرن التاسع عشر كان البيولوجيون لا يزالون يشكون في طبيعة القدرات العقلية البحتة / بدأ علم وظائف الأعضاء في تأكيد ان تركيب الأجسام الحية حتى الكائنات الدقيقة شديدة التعقيد اكثر بكثير مما تصوره الفلاسفة .

### ✓ الزراعة العلمية

من المصادر الأربعة التي امدت المعلومات البيولوجية في القرنين الثامن والتاسع عشر والتي شرحناها قبل ذلك وهي التاريخ الطبيعي والطب والزراعة والصناعة ذكرت المنجزات التي حققها المصدران الأولان عند التحدث عن المصدرين الآخرين فقد كان ذلك ضرورياً ولا يمكن اغفاله / فقد تأثر دارون كثيراً في صياغة آرائه بنتائج مربي الحيوانات الناجحة كما اعتمد نجاح علماء البكتريا في مكافحة امراض الحيوان وكذلك باستير على تقدم صناعة النبيذ والبيرة والحبر / ومع ذلك ظهر طريق علمي آخر مستقل نشأ من دراسة مشاكل الزراعة الرئيسية : كيف تنمو النباتات في الأرض ومما يتركب غذاء الانسان والحيوان ؟

✓ منذ مطلع القرن الثامن عشر ومنذ أن تدخلت الرأسمالية الاقتصادية ظهرت المشكلات الزراعية ولم تنفع الطرق الموروثة عندما تطلبت الظروف انتاج محاصيل اكثر من الأرض الزراعية / اتحد الزراع المهرة مع اصحاب الأراضي وكونوا جمعيات الغرض منها تقدم الزراعة ١٨٥٥ / وتبعاً للظروف التي كانت سائدة كان من الطبيعي ان يتدخل العلم بمنجزاته ليظهر مقدرة في هذا المجال ولكن لم يكن ذلك سهلاً بل كان من الصعوبة بمكان ١٨٥٠-٣٠ /

✓ لم يتم أي تقدم في الزراعة اكثر مما حدث نتيجة ممارسة الوسائل التقليدية في الزراعة قبل منتصف القرن التاسع عشر / كان ذلك نتيجة محاولة تغيير هذه



الطرق الموروثة للحصول على مزيد من الانتاج / جاءت معظم الانجازات الزراعية عن طريق الصناعة اكثر من مجيئها عن طريق العلم / وذلك باستعمال الميكنة الزراعية التي احدثت ثورة في حرث الأرض وبذر البذور ، وجمع المحصول ودرسه ، وكان دور الآلة البخارية في تقدم الزراعة قليلاً بالنسبة لدورها في الصناعة والمواصلات اما الميكنة الكاملة فكان عليها ان تنتظر الآلة الصغيرة الخفيفة ذات الاحتراق الداخلي التي ظهرت في القرن العشرين (٢٥) /

## تغذية الحيوان والنبات

جاء التفاعل الهام بين العلم والزراعة عن طريق الكيمياء اكثر منه عن الطرق البيولوجية والميكانيكية / اكدت الثورة الكيميائية في الهواء المضغوط التي بدأت ببريستلي وانتهت بلافوازييه ان جسم الحيوان ما هو إلا نوع من الآلة الحرارية التي تحرق الغذاء للحصول على الطاقة / بينما النبات يعمل العكس في الاحتفاظ بها ، فهو يمتص ضوء الشمس لبناء انسجة حية / هذا الضوء يستخدم في اتحاد ثاني اوكسيد الكربون مع الماء ليعيد الأوكسيجين الى الهواء الجوي وكما قال موليشوت Moleschott « تنسج الحياة من الهواء بواسطة ضوء الشمس » /

لم تكن لأي من هذه المعلومات أي فائدة عملية إلا بعد معرفة الدور الهام الذي تلعبه التربة في حياة النبات / كان الزراع والبستانيون يعرفون ان التربة تغذي النبات ولكنهم كانوا لا يعرفون دقائق هذه العملية ، استطاع فان هلمونت Van Helmont ان ينمي شجرة صفصاف على الماء فقط ، وكان من الطبيعي التفكير في أن الماء يتحول الى عنصر من عناصر التربة أو الخشب ولكن بعد عام ١٧٩٠ ثبت ان ذلك لا معنى له وانه لا يوجد شيء يحل محل الماء الى أن جاء ليبج Liebig بتجاربه ونتائجه / جاء في تقريره على « الكيمياء وتطبيقاتها في الزراعة والفسيولوجيا » الذي اعده بناء على طلب الاتحاد البريطاني تقسيماً للانسجة المختلفة والأغذية الى ما نعرفه اليوم بالكربوايدرات والدهون والبروتينات ، كما بين أن المواد الأولى والثانية ما هي إلا وقود تتكوّن في النباتات من ثاني اوكسيد الكربون والماء اما المواد الثالثة وهي البروتينات فهي الوحيدة التي تحوي النتروجين والتي تتركب في النبات بامتصاصه النترات من التربة مع المواد الأساسية الأخرى مثل الفوسفور والبوتاسيوم / وهذه العناصر تعود الى الأرض مرة أخرى من بقايا الحيوانات والنباتات بعد موتها في دائرة طبيعية أخرى /

## الأسمدة المصنعة

مع معرفة الدور الكيماوي للتربة جاء تفسير العمل الرئيسي لسماد المزرعة وامكانية سد العجز في نقصه من موارد اخرى ، حول السير جون لاوس Sir John Lawes ( ١٨١٤ - ١٩٠٠ ) مزرعته في روثهامستد الى أول معمل للبحوث الزراعية حيث أجرى التجارب العديدة على التترات والفوسفات والبوتاس من مصادر مختلفة كبديل للأسمدة العضوية الطبيعية ، كما انشا المصانع لإنتاجها / من هذه التجارب والتجارب المماثلة التي تمت في بمالك اخرى نشأت صناعة الأسمدة التي خدمت في أواخر القرن التاسع عشر الزراعة في زيادة المحاصيل كما سدت العجز في الكيماويات اللازمة لصناعة المنسوجات واحتكار الصناعات الثقيلة للصناعات الكيماوية التي امتدت حروب القرن العشرين بما تحتاجه من مواد . /

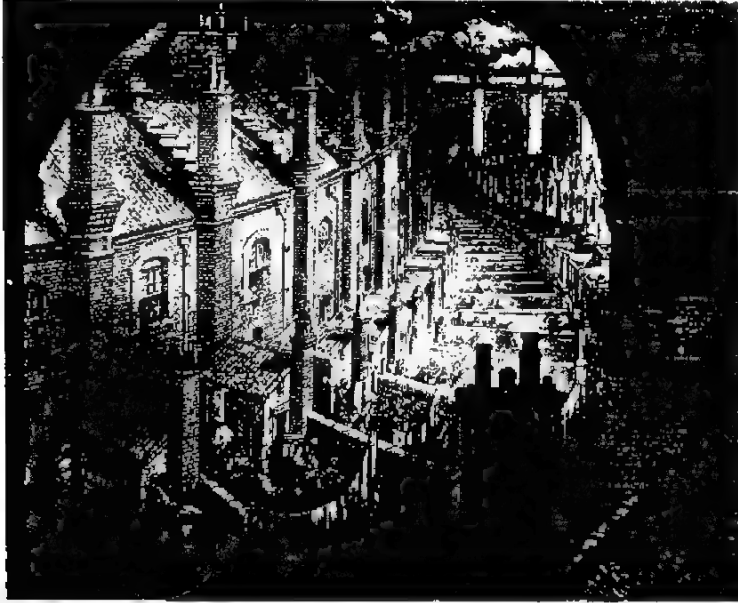


شكل (٢٠٣)

ادت بحوث ليبغ في الكيماويات العضوية الى انشاء صناعات منها صناعة خلاصة اللحوم . من اعلان عام ١٩٠٤

## الصناعات الغذائية : الحفظ في التلجيات

صرح بارسون مالتس Parson Melthus بما يأتي : في هذا التيه من التأملاات اقترح ان تزرع أوروبا غلالها في امريكا وتختص هي بالصناعات والتجارة كأحسن سبيل لتوزيع العمل على هذه الأرض ٧٦-٥ / وقيل ان تثبت هذه الفكرة جدواها كان يجب أولا إرسال الرجال لزراعة الأرض بعيداً عن أوطانهم سواء كانوا عبيداً أو سجناء أو لاجئين وثانياً توفير وسائل النقل لنقل الغذاء من امريكا الى اوروبا في حالة صالحة للأستهلاك ، كانت وسائل تهيئة الطعام القديمة الموروثة من تحفيف وتعليق وغلي وتعليق هي المستعملة وهي الوسائل القديمة التي ترجع الى العصر الحجري ولكنها لا يمكن ان نفي بحاجة



شكل (٢٠٤)

صورة تبين منازل لندن وطرقها الضيقة في القرن التاسع عشر تلك المدينة الصناعية . لندن عام

١٨٧٢

متطلبات الملايين من السكان إلا اذا تطورت واخذت بوسائل العلم الحديث .

أوضحت اعمال باستير طوال أيام حياته الحاجة الى القضاء على الميكروبات كما بينت نتائج البحوث الديناميكية الحرارية طريقة استخدام الآلة الحرارية لانتاج برودة صناعية ، وعن طريق التعليب والحفظ في التلراجات امكن الاحتفاظ بالأغذية في حالة جيدة اذا امكن الحصول عليها / امكن بهذه الطرق انتشار وسيادة شركات التعليب والحفظ في التلراجات في المناطق التي تتوافر فيها اللحوم ، ومن هنا نشأت رومانسية راعي البقر وشهرة حظائر شيكاغو ( سينسيناتي Cincinnati ) حيث استخدمت الطرق الآلية في عملية الذبح والتي أدت الى انشاء اتحاد المنتجين في القرن العشرين ٥٠-٥٠٠ .

### التطبيقات البيولوجية : الطب والزراعة

احتل علم البيولوجيا في اواخر القرن التاسع عشر مكانه بين العلوم الأخرى كالفيزياء والكيمياء كنظام علمي ولو انه كان لا يزال يحتفظ ببعض بقايا اعمال السحر القديمة والمعتقدات الخرافية / وفي الحقيقة لم يكن هناك شيء خاص بتفهم خفايا علم البيولوجي والتحكم في مواده كما حدث في العلوم الأخرى القديمة التقليدية ولكنه بدأ يثبت اهميته من الناحية العملية / لم يكن ممكناً تحقيق التقدم العظيم الذي تم في المجال الاقتصادي في نهاية القرن التاسع عشر بدون التطبيقات البيولوجية وهذا أحد الأمثلة الجيدة لأقوال ماركس الماثورة « ان الجنس البشري يشغل نفسه في الأمور التي يستطيع حلها فقط ٣٥٧، ٨٠-٥٠٠ .

لم يكن في الامكان تجمع وتكدس السكان في المدن الصناعية في القرن التاسع عشر دون الأخذ بوسائل صرف المجاري نتيجة الايمان بنظرية الجراثيم وطرق الاصابة بالأمراض / ولم يكن في الامكان أيضاً تغذية هذه الجموع الكبيرة دون تطبيق المعلومات الكيميائية الجديدة عن تغذية النباتات / كان استخدام المخصبات النيتروجينية والفوسفاتية هو السبب الرئيسي في زيادة انتاج الأرض والتوسع في استصلاح الأراضي وزيادة الرقعة الزراعية ، واخيراً لم يكن مستطاعاً زيادة المنتجات في المناطق الاستوائية كالمطاط والزيوت اللازمة للصناعة دون مقاومة والسيطرة على الأوبئة في هذه المناطق .

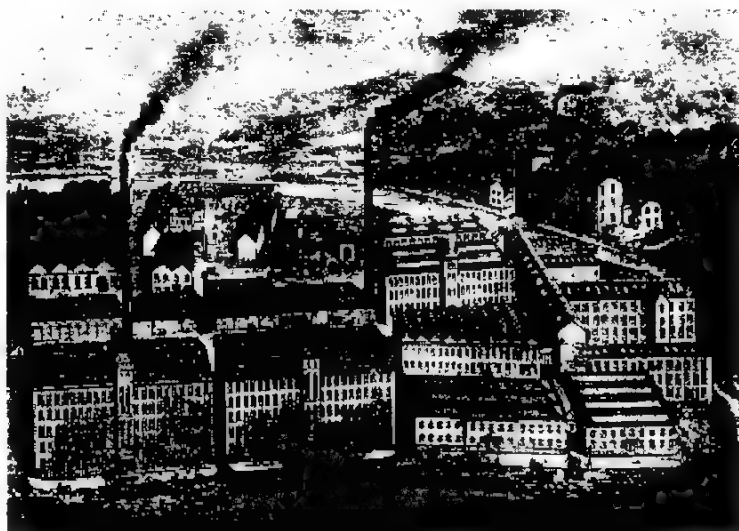
## العلم في عهد الرأسمالية

لقد تتبعنا فيما سبق بعض المجالات التي تطور فيها العلم ابان القرنين الثامن والتاسع عشر ورأينا العلاقات التي تربط هذه التطورات بنمو المجتمع مثلاً في الثورة الصناعية وتأثيراتها عليه وكذلك تطور الفكر الانساني ، وكان هذا التطور ضرورياً للنهوض بالانسان ليستطيع ان يتفاعل ويتلاءم مع العوامل الاجتماعية والبيئية الجديدة / في هذه الحقبة من الزمان بلغت الرأسمالية أوجها واتسعت وبدأت تظهر أول علامات انحرافها / وكذلك العلم فقد غما بقوة دافعة بالرغم من بعض ذبذبات صغيرة ، وكان نموه اسرع من نمو الأقتصاديات بوجه عام حيث انه كان يشغل مركزاً هاماً في نهاية القرن اكثر من بدايته / وفي اوائل القرن الثامن عشر قدم العلم القوة المحركة للصناعة في صورة الآلة البخارية ولو ان هذا الاختراع كان يركز على الوسائل التكنيكية المتوارثة وعبقريه العمال المهرة اكثر من ارتكازه على العلم نفسه / ولكن في اواخر القرن التاسع عشر قامت صناعات كبيرة جديدة تعتمد اعتماداً كلياً على العلم بالإضافة الى دخوله في الصناعات اليدوية القديمة والزراعة نفسها / وفي البداية كان على العلم ان يستفيد من الصناعة اكثر من استفادة الصناعة منه ولكن في النهاية اعتمدت الصناعة في بقائها على العلم / ومن خلال التغير في الوسائل التكنيكية للصناعة ساعد العلم على نمو الرأسمالية وانتقالها من المنافسة الحرة بين الصناعات الصغرى الى احتكار الصناعات الكبرى التي كانت تعتمد على الوسائل العلمية والتخطيط العلمي لزيادة الانتاج /

/ وبالمقارنة بين الثورة الصناعية التي حدثت ابان القرنين السادس والسابع عشر بمثلثتها في القرنين الثامن والتاسع عشر نجد الفرق واضحاً بين نوع العلاقة التي كانت تربط العلم بالحياة العملية في كل من الفترتين / ففي الفترة الأولى كما رأينا كان اللجوء الى العلم محدوداً جداً باختراع اجهزة جديدة لاكتشاف خفايا الطبيعة - من ميكروسكوبات وتليسكوبات وبارومترات وترمومترات مع التحاليل الرياضية لتنسيقها وإيجاد الحلول المناسبة لها / اما في المرحلة الثانية تعدى طلب العلم حدوده الضيقة الى كل النشاطات الصناعية من ميكنة وطاقات ومواصلات وكيمائيات وعتاد حربي وبالرغم من التقدم في الوسائل والمعدات كان ذلك جزءاً من انجازات العلم اما الانجازات الكبرى فكانت في اختراع

آلات جديدة مثل الآلة البخارية - التربينات - الديناموات - الموتورات الكهربائية لم يكن الغرض من كل هذه الاختراعات اكتشاف كنه الطبيعة فقط بل السيطرة عليها وكانت هذه هي سمات القرنين الثامن والتاسع عشر

كان العلم يتغير من ثورة الى اخرى من السلبية الى الايجابية من استقصاء الطبيعة الى امكان التأثير على كل شيء ، وأصبح ذلك ممكناً بالتطور الآلي وتكاثر العمال المهرة مع العلميين المثمر وتوافر رؤوس الأموال المتزايدة وازدياد الأرباح كان هذا التمويل لرؤوس الأموال لتطور المكنة والبحوث العلمية السبب الرئيسي في انبثاق النشاط الكبير في أواخر القرن الثامن عشر وأواسط القرن التاسع عشر ، وبمقارنة ذلك بأي قرن مضى نجد ان مجهوداً ضخماً قد بذل في هذا القرن ولكن اذا قارناه بمجهودات القرن الحالي نجد انه مجهود ضئيل ١١٠،٩٣-٥ فمثلاً ما صرف على البحوث العلمية في انكلترا في القرن



شكل (٢٠٥)

انتشرت المصانع الكبيرة في أواخر القرن التاسع عشر ، والصورة تين مصانع كلارك في بيزلي  
Paisley من كتاب الصناعات الكبرى في بريطانيا لندن عام ١٨٨٠ .

التاسع عشر لا يزيد على المليون جنيه بينما تصرف على البحوث المدنية اليوم اربعة ملايين جنيه سنوياً ٣٠٥ / ويجب ان نلاحظ علاقة البحث العلمي بالكسب كما بينا سابقاً ٣٠٥ / وكانت هذه العلاقة السبب الرئيسي في التقدم السريع في العلوم الذي حدث في هذا القرن ، وحتى اذا ظهر تطبيق علمي بدرجاً كبيراً فعدم توافر رأس المال لتمويله يوقف تنفيذه لعدة أعوام ولا يمكن التأكد من نجاحه في النهاية مما يدعو الى رفضه إلا من قلة متفائلة من المقاولين ،

### / الطبقة العاملة والاشتراكية

استخدم الرأسماليون العلم برضى عندما كان يتقدم مصالحهم في زيادة الكسب واستخدموه غير راغبين ومتأخرين في تطبيقاته عندما كان يتقدم الحياة العامة كالصحة والتعليم ورفضوه رفضاً قاطعاً في استخدامه في أي محاولة لتغيير النظام الذي كان مصدراً لثرائهم وكان هناك غيرهم على استعداد لرفضه / وفي طريق تطبيق العلم للحصول على الربح / أثار الرأسماليون الطريق نحو قيام صناعات الأعداد الكبيرة دون النظر الى الكسب كضرورة حتمية وكذلك أوجدوا في نفس الوطت طبقة عاملة اعتمد عليها النظام الرأسمالي ،

وفي مطلع هذه الحقبة كانت هناك رأسمالية جديدة طارئة تهب بقايا النظام الانتاجي في الانتاج وتضع قواعد نظام جديد بدأ يتشرب بنجاح / وفي نهاية هذه الحقبة نمت وازدهرت الرأسمالية وسادت النظم الاقتصادية في جميع انحاء العالم ولكن كان عليها الوقوف امام الحركة العمالية التي بدأت تظهر منادية بالاشتراكية في الانتاج والأخذ بالوسائل العلمية في جميع مراحلها /

/ ولتقدير مدى تأثير العلم على الحياة العامة والفكر الانساني خلال القرنين الثامن والتاسع عشر يجب علينا تتبع خطوات الانتقال من مرحلة تأثيره التحرري في البداية عندما كان خليفاً لكل قوى التقدم الى مرحلة الابهام وعدم التأكد من النهاية ، عندما كان التقدم غير مضمون ولاحت في الأفق تبشير الحرب والثورة الاجتماعية وتأثيرها على التفكير والادراك ، جاء الحد الفاصل بين المرحلتين على ايدي الثورة الفرنسية وما تلاها من تغييرات / وكان على جميع المساندين للنظام القديم في فرنسا ورجال الدين والملكية في انكلترا المعتمدين على ملكية الأرض ان يقاوموا ما استطاعوا العلم بأشكاله المختلفة / كان تقدم العلم في أواخر القرن الثامن عشر مصحوباً بنمو الصناعة وقيام نظم سياسية جديدة وكذلك تحرر

من المعتقدات الدينية / كل ذلك اسهم في ايجاد نظرة متفائلة تقدمية .

بعد عام ١٨١٥ لم يكن الوضع بسيطاً فكان العلم نفسه منقسماً الى قسمين : علم ملتزم وآخر متحرر متمثلاً في ما حدث في تاريخ علم الجيولوجيا والجدل حول نظرية التطور، ويتقالده القديّة ونتائج العملية في الاكتشافات العظيمة أصبح العلم من سمات القرن التاسع عشر وملزماً للرأسمالية ، ولكن لم يستمر هذا الوضع طويلاً بل أصبح غير سار ولا مقبول وذلك لأنه نتج من التطبيقات العلمية في الصناعة تلك الصورة الكثيرة والمظلمة للأحياء الصناعية وما تحمله من وعي وإدراك الضمائر المعذبة والمناوئة لغوءاء الطبقة العاملة ( البروليتاريا ) وظهر في ذلك الوقت شبح الاشتراكية ولو انها لم تكن ذات تأثير إلا انها كانت تظلل الحياة الثقافية والسياسية . وبعد عام ١٨٧٠ تبدد المرح وتحققت الرؤية .

المزح

العلم في عالم الأفكار

كان تأثير العلم على الأفكار السائدة في ذلك الوقت أقل بكثير في أهميته من تأثيره المباشر على الثورة الصناعية ، ومع ذلك كان هذا التأثير ضعيفاً لم تكن للثورة الفكرية في العلوم الطبيعية خلال القرنين الثامن والتاسع عشر التأثير الخطير كمثيلتها في القرنين السادس والسابع عشر ، ومن المنصف أن لا نطلق على ما حدث في القرنين الأولين كلمة ثورة لأن ما حدث هو انتشار كبير لنتائج الثورة الأولى والتي تتمثل في توليفات نيوتون في مجال الفيزياء مثل الحرارة والكهرباء والكيمياء ثم في المجالات الاقتصادية والسياسية / كان الانتشار في حد ذاته نوعاً من الابداعات الأساسية ، ومن الناحية المادية كانت هذه الابداعات هي التي جعلت للعلم أهمية في الصناعة حيث استغلت القوى الطبيعية للبخار والكهرباء كما احكم الاستفادة من التغير في الصور المختلفة للمادة بعد أن كانت تحكمها التقاليد الموروثة . وفي مجال الأفكار المتأثرة بالماضي وتقاليده فإذا كانت انجازات العلوم الطبيعية لم تؤثر التأثير الجذري فإن الانتقال الى مجالات اخرى جديدة أوجد مظاهر للطبيعة لم تكن منتظرة كالتفاعل بين الكهرباء المغناطيسية وكذلك طبيعة التفاعلات الكيميائية التي ادت الى معرفة الحقائق الكبيرة العامة مثل قوانين حفظ الطاقة والمادة والنظرية الكهرومغناطيسية للضوء .





شكل (٢٠٦)

القطر الأسود بالقرب من بيلستون Bilston : تين الصورة بايضاح المداخن وتدفق الدخان منها والافة الصناعية التي سببتها الصناعات الثقيلة / من كتاب ستافورشير ووركشير في الماضي والحاضر عام ١٨٠٦ .

### التطور كقوة اجتماعية /

جاءت الانجازات الجذرية عن طريق التقدم في العلوم الوصفية حيث ان العلوم الرياضية لم نستطع تثبيت اقدامها ،/ وبلغت هذه الانجازات الذروة بأعمال دارون في التطور نتيجة الانتخاب الطبيعي التي جاءت كنتيجة حتمية لأعمال وبحوث جيولوجية وبيولوجية طويلة استغرقت سنوات عديدة / كان يمكن الأخذ بهذه الآراء الجريئة قبل عهد دارون لولا معارضة رجال الدين وملأك الأراضي/الذين شعروا بأن قبول مثل هذه الآراء فيه نهاية للسيطرة الالهية على هذا الكون / استطاع نيوتون بصورته الجديدة عن الكون ان يعيد الثقة في نظام كوبرنيكوس وجاليليو بعد ان اهتز ،/ اصاب آراء دارون صميم الانسانية نفسها

فكان مبدعاً منصفاً بالمقارنة بكوبرنيكوس / بالرغم من القضاء على الصورة القديمة للكون الآتية من الشرق بقي النفوذ الكنسي الذي لا يزال يحتفظ بصورة الخلق السماوية قائماً ولم يمس وخاصة ما يتعلق بالإنسان نفسه الذي هو في صورة الخالق / لم يبق في اذهان الناس بعد آراء دارون عما هو مذكور في سفر التكوين إلا القليل / كان هذا هو الوضع قبل إيجاد الصورة التي يحتفظ بها الدين كرامته ، ولكي لا يتعرض لأي تناقض سوفي وهي ان الله بحكمته وضع الحفريات بين الصخور ليغري الجيولوجيين المفكرين الى الجحيم / ومن وضع فيليب هنري جوس Philip Henry Gosse والد ادموند جوس فكرة بعيدة كل البعد عن الواقع ولا يمكن ان نعطي شرحاً مقنعاً للهروب من الحقيقة / وبعد ذلك كما قال البابا بيوس الثاني عشر عام ١٩٤٨ ، ان الفصل الأول من سفر التكوين يجب فهمه على انه قصة رمزية تحمل في ثناياها المعنى الأخلاقي وليس المعنى الظاهري ويجب ان ينتهي الجدل حول ذلك إلا في بعض المعتقدات البروتستانتية الأساسية .

اما نظرية أصل الأنواع فقد نودي بها في الوقت الغير مناسب حيث طبقها الجناح اللاديني الرئيسي في الاقتصاد والسياسة الذي ينادي بسياسة عدم التدخل في حرية التجارة وأصبح كل شيء في العالم الرأسمالي ممكناً ومقبولاً من استغلال الانسان لأخيه الانسان دون رحمة ولا رأفة وكذلك قهر القوي للضعيف حتى الحرب امكن تبريرها بالمقارنة بالطبيعة وما يحدث فيها / وان فكرة تبرير سيادة طبقة على طبقة أو جنس على آخر / وانهم ابناء الله أو الطبقة المختارة بدأت تتلاشى شيئاً فشيئاً واصبحت الحاجة الى إيجاد اعداء أخرى جديدة لتبرير استمرار سيادتهم في مجال العلوم وقد قدم دارون هذه الأعذار لأنه كان في اشد الحاجة الى ذلك نفسه / كانت اهمية نظرية التطور الأساسية هي ادخال العنصر التاريخي في مجال العلم ، فقد الغت نهائياً الجانب الأرثوذكسي في المعتقدات اليونانية والحق الأبدي والأنواع الثابتة لافلاطون وأرسطو والرجوع الى الآراء المراتبية القديمة والفلسفة الأيونية والديموقراطية وتأكيداتها على التقدم الجذري ، / ويادخال العنصر التاريخي في العلوم تعتبر نظرية التطور لدارون هي المعبر بين الدراسات الانسانية والطبيعية ولكنها فشلت في ذلك للمعارضة الشديدة من اجل دفع هذه العقيدة الى المجتمع / وفي الحقيقة ان هذه النظرية في تأكيدها على قرابة الانسان للحيوان لم تلق قبولاً من الثورة الاجتماعية الانسانية التي كانت في ذلك الوقت غامضة في قبول نظرية مبنية على علوم بيولوجية بحثة والتي أدت الى الفكرة التي

لا يمكن قبولها وهي نظرية السوبرمان لنيثشه، وتبرير نظريات العنصرية والاستعمار /

لم تنشأ العلاقة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية وكذلك تورط التاريخ في الطبيعة والقانون في المجتمع كنتيجة مباشرة لنظرية التطور العضوي ولكنه كانت نتيجة اعمال وحركات اخرى هي الأفكار والأعمال التي برزت نتيجة تأثير الثورة الصناعية على المجتمع والتي اعطت ماركس وإنجلز عناصر لنظرياتها وانظمتها وبالرغم من ان هذا قد حدث في أواسط القرن التاسع عشر قبل مجيء دارون والجدل حول نظريته إلا ان معناها الحقيقي وتأثيراتها لم تظهر إلا في القرن العشرين /

### المركز الاجتماعي للعلماء

لم يكن انتقال العلم من مرحلة الآراء الحرة في بدء القرن الثامن عشر إلى مرحلة القوة المادية التي تستطيع تغيير نمط الحياة كما ظهر ذلك لكل فرد في أواخر القرن التاسع عشر من الأعمال البسيطة ولكن كان حصيلة مراحل متشابكة من التغييرات السريعة أو البطيئة في التقدم والتطور /

في هذا الصراع لم يستطع العلماء منع الضغط الواقع عليهم لكي لا تقتصر بحوثهم على شكل الطبيعة ولكن يجب ان تتضمن أيضا النتائج المتحصلة من تدخل القوى الجديدة التكنولوجية والعلمية في الطبيعة / وكانوا مدفوعين بالرغم منهم بقوى دافعة متناقضة / كان دارون ومعظم العلماء من الطبقة المتوسطة أو العليا وقد امكنهم ان يندمجوا مع بعض الطبقة العاملة مثل فردي وشاركوا تطورات الحركات الرأسمالية الكبرى / ومع ذلك كعلماء لم يستطيعوا ان يروا الا نتائج مجهوداتهم في زيادة ثراء الأفراد وليس في تقدم البشرية / قليل من العلماء هم الذين ادانوا تلك التطورات أمثال والاس Wallace (١٨٢٣ - ١٩١٣) وويلز Wells (١٨٦٦ - ١٩٤٦) في بريطانيا وهيكل Haeckel في ألمانيا وجماعة المفكرين الذين احتشدوا للدفاع عن دريفوس Dreyfus في فرنسا عام ١٨٩٤ /

### فكرة العلم البحت - التشاؤم الكوني

تحول معظم العلماء من الحالة الغير سارة التي اصبحوا فيها وعادوا لاجئين الى المشاركة في العلوم وتطورها الحقيقي / وشعروا بأنهم اذا لم يحققوا لأنفسهم

/ كسباً مادياً من اختراعاتهم فهم على الأقل احرار غير ملومين بأنهم بأبحاثهم نالوا  
نفعاً شخصياً .

/ لم يستطع هذا الموقف ان يغير من افكارهم ونظرياتهم حتى في العلم  
نفسه ، وبالرغم من الانتصارات العديدة التي اوضحت شكل وطبيعة الكون من  
السديم الى العقل البشري / وبالرغم من الصورة الكبيرة التي اوضحتها نظرية  
التطور ووجود التطور الدائم اصبحت النظرة العامة البعيدة المدى لمستقبل العلم  
متشائمة / كانت صورة الكون غير مضيئة بأي فكرة انسانية للتحكم في الطبيعة  
لخير الانسان وخير الأجيال القادمة بل كانت كقدر أعمى يقود من خلال قوانين  
صارمة الى نهاية محتومة .

/ حدود العلم

ظهر العلم منتهياً ، كان لالتحام ووحدة الهدف بين العلوم والتقدم  
العلمي الذي تم في القرن التاسع عشر السبب في اعتقاد العلماء بأن العلم في  
طريقه الى النهاية / ففي الفيزياء اجتمعت القوى التي كانت متفرقة وهي الضوء  
والكهرومغناطيسية والحرارة مع بعضها في نظرية واحدة كبيرة هي النظرية  
الكهرومغناطيسية ، وبالرغم من ان الجاذبية لم تكن مفهومة إلا ان وسيلتها كانت  
معروفة للتكهن بمستقبلها ، وفي الحقيقة إن نظلة لابلاس Laplace للكون بأنه  
يتكون من ذرات دائمة الحركة وهي سر الخلود تحقق صورة للقدر أشمل من أي  
صورة وضعها الاغريق في هذا الموضوع . وفي الكيمياء اكتشفت جميع العناصر  
الموجودة على الأرض وان نتائج مندلف العامة تبين كم من هذه العناصر يمكن أن  
توجد وكم منها يمكن أن يكتشف . وفي علم البيولوجيا بينت نظرية التطور ان  
التطور نفسه اصبحت محتوماً يخضع للصراع والصدفة .

/ وفي الحقيقة لا يزال امام العلم الكثير لكي ينجزه ، رأى كل عالم في مجاله  
المستقبل لا نهاية له ، وما يدعو الى الغرابة انه بالرغم من كل هذه الانجازات  
والنظريات اصبحت العلم اكثر تخصصاً في نهاية القرن التاسع عشر اكثر بكثير عما  
كان عليه قبل ذلك أو بعده / وكان التخصص طريقاً للهروب من الحمل الثقيل  
وهو النظرة العامة للكون أما التشاؤم الكوني فقد توازن باليقين ان لم يكن  
بالامبالاة حول الحالة الراهنة والمستقبل المباشر للعلم والمجتمع .

ولهم أدرک العلماء حقيقة مجالاتهم الخاصة فإن علماء القرن التاسع عشر  
 عرفوا أن الاطار العام للنظرية العلمية أصبح ثابتاً وأمناً وبذلك تحقق تراث  
 نيوتون وأن الظواهر التي كانت تظهر بأنها لا تنطبق على هذه الصورة التقليدية  
 أصبحت قابلة للتفسير إذا ما استطاع واحد بذكائه علاجها / وينفس الطريقة ايد  
 العلماء مشاعر الجماهير واختلطوا بهم وشعروا بأن مطالب المجتمع من تبادل  
 السلع وحرية انشاء المؤسسات وحرية التنقل والتجارة ان لم تكن قد تحققت فهي  
 في طريقها الى ذلك لم وان عصراً جديداً للتقدم الثقافي والمادي أصبح في متناول  
 ايديهم وكانت هناك لا شك غيوم في السماء : مشاكل العمال وزيادة رهية في  
 المعدات العسكرية ولكن بالفكر الثاقب والايمان العميق بأن من مصلحة كل فرد  
 قيام اقتصاديات رأسمالية في جو من السلام والوفاق كان الأمل في انقشاع تلك  
 الغيوم لم وشعروا بأن المستقبل في حاجة الى تضخيم بل امتداد غير شيق  
 للماضي / كان مصير التوقعات سواء في العلوم أو المجتمع هو اليأس بالطريقة  
 التي نعرفها اليوم حق المعرفة / وكما سنرى في الفصول القادمة من هذا الكتاب  
 ان القرن الحاضر كان لا بد وان يجد طريقاً بل طرقاً واسعة وجديدة للعلوم  
 والمجتمع /

## جدول ٥

### العلم والرأسمالية ( الفصلان الثامن والتاسع )

في هذا الجدول الذي يشمل القرنين الثامن والتاسع عشر عرضاً منظماً للتطور العلمي والتكنولوجي / تشمل الأعمدة الثلاثة الأول التقدم السياسي والثقافي والاقتصادي اما العمود الأوسط فيشمل الانجازات الهندسية والميكانيكية التي ادت من ناحية الى اختراع الآلة البخارية والآلات النصف أوتوماتيكية / ومن ناحية اخرى النظريات العامة للقرن التاسع عشر قبل حفظ الطاقة والديناميكا الحرارية ، اما العمود الرابع فخصص للكهرباء التي انارت النظرية الكيميائية واذا ما اقترب القرن العشرون اصبحت مسؤولة عن التلغراف والنور الكهربائي في خدمة التجارة والصناعة .

في العمود الخامس يمكن تتبع الثورة في الهواء المضغوط للقرن الثامن عشر وكذلك بزوغ فجر الكيمياء العضوية في القرن التاسع عشر وكلاهما كانا مرتبطين بتطور الصناعات الكيميائية واخيراً في مجال العلوم البيولوجية والجيولوجية يمكننا تتبع أول محاولة لتصنيف الكائنات الحية بواسطة لينيس ثم ظهور نظرية التطور لدارون .

## الملاحظات

(\*) (١) تغير طفيف في الوسائل الزراعية - زراعة الأعلاف كالبرسيم الحجازي لحفظ عدد أكثر من المواشي والأغنام خلال الشتاء - كان السبب الرئيسي لتجاح اقتصاديات عصر النهضة . ربما جاءت الفكرة من الشرق في القرن الرابع عشر الى لومباردي حيث اندجبت مع طريقة الري في مقاطعات الملاك الأثرياء . وعندما انتقلت هذه الطرق الى البلاد الواطنة في القرن السادس عشر بطريقة محسنة كانت بالتأكيد رأسمالية وفي نهاية القرنين السابع والثامن عشر عندما وصلت هذه الطرق بريطانيا كانت الأسس التي قامت عليها الثورة الزراعية والتي كانت عماد الثورة الصناعية .

(\*) (٢) المعروف الآن ان كوبرنيكوس توصل الى عدة ملاحظات فلكية غير صحيحة بنى عليها نظامه ولذلك لم يكن هذا النظام أحسن من الأنظمة التي هاجمها . كان نظامه مبنياً على اساس ضئيلة وليست عملية وايضاً لم يرب نتائج الأراء الحديثة التي وضعها . كل ذلك يمكن السماح به ولكن حتى كوبرنيكوس كان فلكياً ضعيفاً كما كان كوبرس بحاراً ضعيفاً ولكن المهم في كل من الرجلين هو روح الابتكار التي حملها وعملها بها . هذه هي ملامح عصر النهضة التي تميزه عن العصور المتوسطة .

(\*) (٣) هذه شلرات امكنني التقاطها من أعمال ستورتيفانت كشخص متعدد المواهب ولكن غير متزن ، فنجده يعطي نصيحة انخلاقية للأمير هنري ويحاول دون فائدة بيع سر سلاح الى الملك جيمس في نفس الوقت . وفي نفس الطريق الذي سلكه نابير Napier . كتب ستورتيفانت كتاباً عن سيدنا آدم Debre Adam وفيه استنبط طريقة ميكانيكية لتعليم اللغات وزعم أنها هي الطريقة التي استخدمها آدم لتسمية كل الحيوانات بأسمائها العبرية في يوم واحد ، ومع ذلك فهي تعتبر ادراك مسبق للترجمة الالكترونية وحاسبت الأيام الحاضرة .

(\*) (٤) تستحق حياة كبلر وأعماله معاملة أطول واعمق من المعاملة التي استعملتها هنا . كان حل الانسان ان يعيش فترات الاضطراب خلال القرن العشرين ليستطيع تقدير المعاناة التي قابلها ابان حرب الثلاثين . كان عليه ان يعمل في عزلة وخاصة من غيره من العلماء وان يكون على اتصال مباشر مع العقل الكبير في ذلك الوقت جاليليو الذي كان يرفض مجهوراته بجفاء . كان كبلر رياضياً عظيماً ويمكن اعتباره احد مؤسسي حساب التكامل .

(\*) (٥) بليس باسكال Plaise Pascal (١٦٢٣ - ١٦٦٢) كان ابناً لموظف حكومي واحد متففي هذا العصر ١١٠٠، ٩٩٤ - اظهر باسكال الصغير نضوجاً عقلياً مبكراً أولاً في الرياضيات حيث اكتشف ما

يسمى بنظرية باسكال على الأشكال السداسية في المقاطع المخروطية وهي أساسيات الهندسة الوصفية ثم عرج أخيراً على الفيزياء ، وطُلب منه إجراء التجربة الفاصلة وهي تأثير الارتفاع على البارومتر في مرصد Puy de Dome في موطنه Auvergne ولكنه لم يستطع إجرائها بنفسه بحيث لا يوجد في باريس بناء عال بدرجة تؤثر على البارومتر .

لمساعدته في حسابات الضرائب اخترع عدداً من الآلات الحاسبة التي تعتبر أصل الآلات الحاسبة الحديثة ، وبجانب ملكاته الرياضية والفلسفية كان باسكال مديراً لعمليات تجارية / ورجل أعمال من الطراز الأول ، فقد أنشأ المعمل الذي كان ينتج آلاته الحاسبة ، ويعتبر ذلك مجهوداً جباراً ، وفي عام ١٦٦٢ أنشأ في باريس أول شركة لتسيير الأوتوبيسات في العالم ( كانت الأربع تصرف على الأعمال الخيرية ) وحاول إنشاء مثل لها في لندن وامستردام ، وفي عام ١٦٥٤ حدث تغيير كبير في حياته عندما التحق بجماعة الجانيسكيت وهم طائفة متزمنة من الكاثوليك وكانوا ينادون بتبسيط الطقوس الدينية واخذ يدافع عن هذا المبدأ وألف في ذلك كتابه «خطابات من الريف Lettres provinciales ( ١٦٥٦ - ١٦٥٧ ) / ومنذ تحولته انسحب تدريجياً من الوسط العلمي والمجتمع وذهب نفسه للتأملات الفلسفية والدينية ووضع أسس نظرية الاحتمالات من دراسته للمراهقات واستعمالها لطرح « مراهنة باسكال » لم يعني انه مها كانت الحقائق الدينية غير معقولة فيجب الإيمان بها لأن ثواب الخلود في السموات كافياً لمكافأة المؤمنين .

عاش باسكال بقية حياته متشفهاً ومتأملاً ومعتكفاً ولكن كتابه التأملات «Pensées» الذي نشر بعد مماته جعله أحد الفلاسفة الفرنسيين العباقرة .

(٦)(\*) كان جون هاريسون وأخيه جيمس صناع ساعات في لنكولنشير . اظهرا عبقرية ليس فقط في التصميم بل في اختيار المواد التي ساعدتهم على حل المشكلة التي حيرت جميع صناع الساعات في وقت كانت هذه الصناعة من أدق الصناعات الميكانيكية بجانب انها كانت هواية المثقفين . كان لويس السادس عشر من هواة عمل الساعات . وجد هاريسون ان صناعة ساعة دقيقة أبسط بكثير من عمل يتناول منه اجراً لحساب البحرية . وفي الحقيقة لم يستطع هاريسون تحقيق ذلك بدون مساعدة الملك جورج الثالث الذي اسيء الى سمعته لضعفه في المعلومات العلمية . لم تكن مساندته هاريسون في هذا المجال فقط بل ساعده على اقامة مرصداً خاصاً وفيه استطاع هرشل Herschel ان يكتشف كوكبه الجديد اورانيس ويضع تخطيطاً لأول فكرة عن المجرة .

(٧)(\*) دارت مناقشات حامية بين لايبنز Leibniz واتباع نيوتون بين عامي ١٧٠٥ ، ١٧١٦ وانتهت بنشر المراسلات بين صمويل كلارك Samuel Clark ( ١٦٧٥ - ١٧٢٩ ) وليبنز . كان كلارك تابعاً من اتباع نيوتون المتحمسين وكان لاهوتياً في التفكير ومنع من ان يكون رئيساً لاساقفة كاتدريري وذلك بناء على ملاحظة من الأسقف لتكولن الى الاميرة كارولين بأن كلارك كان اكثر الناس ثقافة وأمانة في منطقته ولكن حبه الوحيد انه ليس مسيحياً . كانت الخصومة اساسها اعمال نيوتون ونظرياته حول تضائل الأفكار الدينية بسبب نظرتهم الى الفضاء وضعف احساسه بوجود الخالق . كان هذا الجدل نتيجتين الأولى لاهوتية - سياسية والأخرى علمية - فلسفية . حلول اصحاب الرأي اثبات



ان فلسفة نيوتون لا تتعارض ولا تضر أركان الحكم في الدولة ولكن اشتهم لينين فيها رائحة الثورة ولذلك عارضها لنفس الأسباب التي دعت فولتير لأحتضانها. يقول الجدل بمضي الوقت الى طبيعة القوى الخفية كالجاذبية . وهنا كانت اشد معارضة للينين في ذلك الوقت ولكن مناقشاته الحامسة كانت جزءاً من المناقشات التقليدية التي اهتمت اينشتين وادانت نظرية نيوتون .

(٨) (٩) استعمل الأستاذ دنجل Dingle هذه العبارة لينقض رسالة عن التشابه بين الاقتصاديات ومذهب الايديولوجيا ( عقائدي ) والذي عارضها وهاجها بأنها في نفس الوقت غامضة وغير صحيحة . وساملاً اذا كان نظام نيوتون اصبح ديناميكياً بدلاً من ان يكون ستاتيكيّاً كما كان يعتقد الاغريق في القرون الوسطى مطبقاً على الرأسمالية فما الذي ينطبق على رجوع اينشتين الى الستاتيكية في القرن العشرين ؟ بالنسبة اليه يقول « يجب علينا اذا في هذه الأيام الرجوع الى نظام هيراطيقي ثابت ليعرف الإنسان مكانه منه » وهنا يجب عليّ ان اشكر الأستاذ دنجل لتقدمي مع زميل تركي : ان سمات التقدم العلمي في القرن العشرين هي الأفكار الهامة التي تفهم بالاستدلال وليس الدلالات الواضحة بالمفهوم الرياضي وباللغة الدارجة هي طريق العلاقات التي تربط أي شيء بأي شيء آخر . فقديمًا كانت الجمعيات توجّه أو تدار من خلال صفقات تجارية عديدة هي عبارة عن معاملات بين تجار منفصلين . اما اليوم فطبيعة الحياة الصناعية الحديثة معقدة ومتشعبة بين هيئات تفرض على الزمن النظام الاشتراكي ، وهذا يعني مظهراً جديداً للمعلم . واليوم يصف الأستاذ دنجل هذه الاتصالات بالفهموض ، ومعنى ذلك انها لا يمكن ان توصف بتمريفات عمدة أو اقوال صريحة . وبهذه النظرة تكون جميع الوقائع التاريخية ابعد من مجرد ( سردها ) وكذلك جميع العلوم الاجتماعية غامضة ، ومن ناحية اخرى توصف بأنها ذات معنى حقيقي وان طرق التفكير العامة تنقل من المجال العلمي الى المجال الاجتماعي ، والعكس صحيح ، وان قيمة ذكرها هي ان يفهم المرء ما يعمل وما يفكر فيه .

(٩) (١٠) كان الغرض من انشاء الأكاديميات الألمانية التطبيقية التجريبية أكثر مما تدل عليه هذه الملاحظات . ظهر ذلك جلياً من دراسة الموارد الطبيعية وخاصة المعادن في كل تشايرهم . وفي سبيل احياء اللغة الألمانية لم يشأ لينين ان يقلل من شأنهم بل تنبأ بصيرته الطريق الأساسي للتطور عندما قال « كانت ألمانيا دائماً متفوقة في التعدين ولذلك يجب عليها ان تكون هي أم الكيمياء » وخلال القرن الثامن عشر كرس النبلاء والكتاب داخل وخارج الأكاديميات انفسهم لتقدم الزراعة والصناعة ولم يكن ذلك مانعاً من ممارستهم للأعمال الفنية فواحدة من ارق الفوائد الغنائية العاطفية صيغت أثناء احدي دورات التفتيش على المناجم .

(١٠) (١١) كقاعدة عامة إن أي إنتاج أو طريقة جديدة في خطواتها الأولى لكي يكتب لها النجاح يجب ان تزداد زيادة مطردة تتناسب مع حجمها بحيث تتضاعف بعد كل فترة من الزمان . ومن مقاييس الثورة ان فترات التضاعف في الإنتاج تكون عادة اقصر من التضاعف في الأجيال البشرية وهذا ينطبق على سلع كالقمح والقطن والحديد والطاقة البخارية في الثورة الصناعية حيث كانت فترات تضاعف الإنتاج ٢٠ ، ١٠٠ ، ١٦ عاماً على التوالي . اما سرعات التطور البطيء فتحدث تغيرات يلاحظها رجال التاريخ ، ومن الطبيعي ان سرعة النمو لا

النمو لا يمكن ان يستمر الى ما لا نهاية، وعندما يصل الانتاج الى نقطة التشبع يبدأ في  
 نقصان الى ان يصل الى لا شيء، ومن ناحية اخرى عند ظهور انتاج جديد يوفرة  
 وبسرعة فإن الانتاج القديم سواء كان في ازدياد أو في نقصان مصيره الى النهاية المحتومة،  
 وكما بين بريس Price ان قانون الازدياد المطرد ينطبق على المعلومات نفسها مقاساً بعدد  
 الدوريات المنشورة ٩٣.٥٪ ان للثورة العلمية الحاضرة تميز بأنها تضاعف كل عشر سنوات،  
 اما النتيجة النهائية التي توصل اليها بريس ان ذلك لا يمكن ان يستمر إلا اذا كان كل عالم  
 هو في الحقيقة كذلك ولكن هذا يقتضي وقتاً طويلاً قبل ان يقرأ كل الناس هذه  
 الدوريات.

(\*) (١١) ومن المناطق الصناعية الباقية وست ريدنج West Reding وكانت تعتمد فيها الصناعة على  
 صناعات المنسوجات القديمة، اما صناعات أدوات الملاحة فجاءت متأخرة نوعاً في حركة  
 الثورة الصناعية، اما منطقة سوث ويلز منقسمة الى صناعات القصدير والنحاس في  
 كورنول ومناطق سيفرن بما فيها من مناجم فحم داربيس فكانت جميعها مناطق ثانوية  
 وخاصة في تطور الآلة البخارية والصناعات الحديدية المعدنية.

(\*) (١٢) محاولة قديمة لبيان نتائج القوى الناشئة بين الذرات جاءت على يدي روجر بوسكوفتش Roger  
 Boscovich (١٧١١ - ١٧٧٨) وهو فليس جزويقي من سنيتيا وكان يعلم الرياضيات في روما  
 ٣٧-٤، ١٦٩. وقد صاغ بنجاح «ان الذرات محاطة بمجالات من القوى الطاردة على ابعاد صغيرة  
 واخرى جاذبة على مسافات كبيرة ويجب ان تكون طاردة وجاذبة بالتتابع على المسافات المتوسطة وهذه  
 المجالات هي نفسها المجالات التي نعرفها اليوم بين الذرات ونستعمل نفس الاصطلاحات التي  
 استخدمها بوسكوفتش لوصفها، وبالرغم من الاعتراف بقدراته كانت نظرياته معقدة جد لتطبيقها على  
 الأحصاءات المتاحة عشرات السنين بعد مماته وكذلك لم يكن له تأثير ملموس على سير العلم.

(\*) (١٣) محاولة قديمة لبيان نتائج القوى الناشئة بين الذرات جاءت على يدي روجر بوسكوفتش  
 Roger Boscovich (١٧١١ - ١٧٧٨) وهو فليس جزويقي من سربيا، وكان يعلم  
 الرياضيات في روما ٣٧-٤، ١٦٩. وقد صاغ بنجاح «ان الذرات محاطة بمجالات من القوى  
 الطاردة على ابعاد صغيرة واخرى جاذبة على مسافات كبيرة، ويجب ان تكون طاردة وجاذبة  
 بالتتابع على المسافات المتوسطة هذه المجالات هي نفسها المجالات التي نعرفها اليوم بين  
 الذرات ونستعمل نفس الاصطلاحات التي استخدمها بوسكوفتش لوصفها، وبالرغم من  
 الاعتراف بقدراته كانت نظرياته معقدة لتطبيقها على الأحصاءات المتاحة عشرات السنين  
 بعد مماته ولذلك لم يكن له تأثير ملموس على سير العلم.

(\*) (١٤) تشير اشعار الشاعر الانكليزي بليك Blacke الى الجانب الأسود للثورة الصناعية «طواحين  
 الشيطان الممتعة» مع تطبيقات فلسفة نيوتون التي تؤدي الى الجحيم:

ادبر عيناي على المدارس والجامعات في اوربا  
 وهناك اري منسج لوقا وخيوطه غاضبة كثيرة  
 تفتسل مجاه طواحين نيوتون سوداء ورة

وفي الكايل قليلة ملقوة في كل الأوطان: احمال قاسية  
وطواحين كثيرة ارها طاحونة بدون طاحونة بأسنان حادة مستبدية  
تدور بالضبط والاكراه ولكن ليست كطواحين عدن  
طاحونة في قلب طاحونة تتحرك في حرية وتجانس وسلام

(\*) (١٥) الفرد رسل والاس Alfred Russel Wallace وهو شريك مكتشف الانتخاب الطبيعي  
وكان أول عالم مشهور تمسك بالاشتراكية.

/ (\*) (١٦) اشتكى الدكتور ريشتر Richter من معهد Hahn Meitner هاهن ميتر بيرلين انني لم

اكن عادلاً في الحكم على الطب القديم ولكنني لا زلت مصراً على ملاحظاتي ولكن هناك  
أشياء أخرى لم أذكرها يمكن أخذها في الاعتبار. إن دراسة الطب دور طويل وأكثر  
استدامة في تاريخ العلم. ففي أول مراحلها جاء ادعاء الطب وهم الرجال الذين كانوا  
يوفرون الصحة والحظ في الصيد والزراعة ومن هؤلاء انحدر ليس الأطباء فقط ولكن  
النجمون وكذلك الشعراء والحكام. وخلال القرون المتعاقبة بقيت قيمة الطبيب في المجتمع  
تتمتع على علمه وكان الأطباء هم أول فئة علمية يحانون بالمال ولكن لم يكن هذا نعمة  
خالصة. أدخلت العلاقة الوثيقة بين الطب والفلك وخاصة أيام الأفرق الأراء المقدسة  
الوهية كأولهم من الساء الى الانسان- العالم ككل أو الانسان كعالم صغير يمثل الكون. كانت  
خبرة الأطباء العملية مقيدة بقيود شديدة تحد من خيرتهم في اطار نظريات ارسطو  
من العناصر أو نظريات يانج وين Yonge Yin الصينيان. ونظرة الى احداث الماضي  
نرى ان النظرية الطبية كانت أكثر تشبهاً في طريق تقدم الطب من اللاهوت في طريق  
الفلك، ولكن كان للطبيب دوراً أساسياً ومصلحاً في اتصاله المباشر مع الناس وامراضهم،  
وكانت له الخبرة المتجمعة من مرضاه في عيادته الخاصة وتشخيصاته من وقت ارسطو وبعد  
ذلك، فكان له بلا شك القدرة على تخفيف آلام المرضى حتى اذا لم يستطع شفاؤهم.

/ ومنذ العصور الوسطى أصبحت مهنة الطب من الملن المعترف بها في الجامعات  
وأصبحت للطب كليات خاصة به كالكاثوليك واللاهوت لتخريج الأطباء والمحامين ورجال  
الدين. واذا كان للعلم دوراً صغيراً في تقدم الطب علماً وعملاً فقد ساهم الأطباء في هذا  
المجال بمنجزاتهم كأفراد في نمو وتطور العلوم الكيميائية والبيولوجية. وبفقط في أواخر القرن  
التاسع عشر وخلال القرن الحالي تم ارتباط بين النظريات العلمية والتطبيقات الطبية  
وبذلك احتل بفهم الطب العلمي في هذا العصر.

/ (\*) (١٧) كان على العسكرية اليابانية إيجاد طريقة للانتقام في الحرب العالمية الثانية ولكن تتابع

الاحداث يستسلم ان بقاء واستمرار قوة العلم الياباني وكفائته جاء عندما حرروا انفسهم من  
الاحتلال الأجنبي وإضافة تلك المنجزات العظيمة للمعلم الغير اوروبي وللعلوم في العالم كله.  
(\*) (١٨) وعلى ما يبدو ان وات استخدم منظم السرعة فقط حيث وجدته يعمل وقد اخترعه احد  
العمالين المجهولين في صناعة الطواحين لتنظيم دوران احجار طواحين الماء. ومنظم  
القوة الطاردة لا يمكن اعتباره نتاج العقل البشري بمقارنته بفاعلية الآلات الحاسبة، اما  
منظمات الآلات الدقيقة كالحاسبات فقد انجزت قبل ذلك. كان هذا المنظم أول اختراع  
يستعمل لتنظيم آلات القوى الميكانيكية.

(\*) (١٩) ان فكرة تكافؤ الأشكال العديدة للطاقة وحفظها قديمة جداً فقد صاغها لينز عام ١٧١٥ في أول خطابه التي هاجم فيها فلسفة «نيوتون»: «ويناء على اعتقادي ان نفس الطاقة وقوتها تبقى دائمة في هذا العالم ولكنها قد تتغير من حالة الى اخرى أو من مادة الى اخرى وهذا يوافق قوانين الطبيعة، هذا المذهب الذي وضع في القالب اللاهوتي وبدون استخدام الآلة البخارية التي اعطته القيمة العملية كان سيقى خاملاً لأكثر من قرن من الزمان.

اوضح لي الدكتور رشر Richter ان حفظ الطاقة كما هي وليس تغيرها من شكل الى آخر مذكور في قانون الميكانيكا ولكن ما اصر عليه هذا هو تغير الطاقة من شكل الى آخر وهو العملة العالمية للطاقة ٣.

(\*) (٢٠) ان فكرة المخاطر لعمل المسامير اللولبية وغيرها ليست حديثة . ان ما كانت تؤديه الآلات في مطلع القرن التاسع عشر هو اعادة اختراع وملازمة الأعمال المصيدة على الصلب وهي التي كان يقوم بها الصائغون والصناع المهرة في الصناعات الخشبية والنجارية والنجاسية في القرنين السادس والسابع عشر ، لا يزال باقياً في المهرينج بلهينغراد مجموعة كاملة من الأعمال التي صنعة صناعة نصف آلي ومخارط استعملها بطرس الأكبر لصناعة الميدليات والشمعدانات الكبيرة.

(\*) (٢١) ان فكرة اللّي والتعليق استخدمها الصينيون منذ عهد اسرة تانج ولكن توصل اليها كولومب من الناحية المقابلة بدراسته لقوى المعادن للبحرية الفرنسية وقياس مقدار اللّي الذي يستطع قطب من الصلب ان يتحملة كدليل على جودته.

(\*) (٢٢) اعترض الدكتور رشر على هذه المقارنة. وكتب يقول انه امتداد لعناصر تاريخ العلم ومقارنة الفلوجستون بنظرية الألكترون للتكافؤ. اود ان اشير ان غرضي هو عمل مقارنة شكلية بأن نظرية الفلوجستون جمعت كل ظواهر عمليات الاحتراق التي يظهر فيها فقدان شيء بدلاً من اضافته، ولو ان الفكرة فجة جداً بتحول الخشب الى رماد والرماس الى تغاية والمخند الى صدا. كل ذلك يبين نفس الظاهرة ويحتاج الى حل موحد وهو الذي اعطته نظرية الفلوجستون. ولم أقصد بأن اتباع نظرية الفلوجستون استطاعوا الحصول على كل المعلومات حول الألكترونات ومع ذلك فأنساقهم على نظرية واحدة استطاع الفلوجستونيون ان يفكروا معاً في عدد كبير من التفاعلات الكيميائية واجراه العديد من التجارب لدراسة المعادن الجديدة كلها واينما ظهرت. والجيد الذي اثاره الدكتور رشر يمكن ان يستعمل لبيان أن الاغريق لم يعرفوا شيئاً عن حقيقة الذرات التي اكتشفت بعد ذلك ولكن ذراته كانت فلسفية بقدر ما كانت مادية وفي الحقيقة كانت خطوة أساسية في اكتشاف واحدة اكتشاف الذرة في القرن السابع عشر.

(\*) (٢٣) كان لينس مغرماً بهذه الزهرة الجميلة التي توجد في شمال السويد ولما منح رتبة النبيل عام ١٧٦١ وضعها على درع النبالة كما تعود ان يحسبها في كل صورة.

● (٢٤) هذه الإشارة الى كلود برنارد غير صحيحة. ولر ان اكتشافاته الفسيولوجية لم يكن لها تأثير يذكر حيث لم يكن لها تطبيقات عملية إلا انها كانت اساس الفسيولوجيا الحديثة وكذلك الكيمياء الحيوية التي قام بها بافلوف وهو يمكن. ليس هذا فقط ولكن مجلده «مقدمة في دراسة الطب التطبيقي» يبقى مثلاً نادراً لتحليل الوسائل العلمية بقلم واحد من اكبر العلماء المبدعين اكثر منه فيلسوفاً، وكلما تقدم الزمن ظهر تأثيره على العلم ومقدمه.

● (٢٥) وهنا كانت العنصرية الميكانيكية تفوق أي تقدم علمي بخصوص نمو النباتات. جاء النجاح الكبير للميكنة الزراعية. من طريق توفير اليد العاملة اكثر من زيادة المحصول. كانت زراعة المحاصيل في القرون الوسطى اساسها البقاء والعيش كما هي الآن في ثلثي بلاد العالم. لكي تحمي محصولاً جيداً لا بد من توافر الأيدي العاملة عياجلها وكذلك النساء لجمع المحصول ، وهؤلاء يجب ان يعيشوا طوال العام على احسن مستوى سريديون. ولكن العمليات الزراعية تستهلك معظم الكسب المتحصل من الإنتاج. وفي السنين الجيدة ينخفض مستوى الفلاحين في الفترة بين المحصولين اما في السنين الفقيرة فيموتون جوعاً.

تعطي الزراعة اليدوية زيادة مقدارها من ١٠-١٥٪ من المحصول لاستهلاكها في المدن، من ناحية اخرى يمكن للزراعة بالميكنة ان تعطي ليس بالضرورة مثل هذه النسبة ولكن بيد عاملة أقل. ولهذا السبب يمكن خفض عدد العمال في المناطق الزراعية بنسبة ٥٪ ويزيادة للمعلومات والمعرفة سوف تحمل الميكنة الزراعية عمل طرق الزراعة القديمة فسوف تقل اليد العاملة والجور بالأحصنة. وتصبح الزراعة التي تعتمد على المحراث طرازاً قديماً. وتحل الكيماويات عمل المحراث بأن توضع في الأرض دون تقليبها، وسوف تختصر الطاقة التي تستخدم في العمليات الزراعية وسوف تعطي الأرض عاصيل أوفر.

## بيلوغرافيا المجلد الثاني

الجزء (٤)

1. BUTTERFIELD, H., *The Origins of Modern Science*, 2nd ed., London, 1957
2. BOAS, M., *The Scientific Renaissance, 1450-1630*, London, 1962
3. CLARK, G. N., *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, 2nd ed., Oxford, 1949
4. CLARK, G. N., *The Seventeenth Century*, Oxford, 1929
5. DOBB, M., *Studies in the Development of Capitalism*, London, 1946
6. HADYN, H., *The Counter-Renaissance*, New York, 1950
7. HALL, A. R., *The Scientific Revolution*, 2nd ed., London, 1962
8. HARVEY, W., *The Anatomical Exercises of William Harvey: De Motu Cordis 1628; De Circulatione Sanguinis 1649*, London, 1949
9. HUTTEN, E. H., *The Origins of Science, an Inquiry into the Foundations of Western Thought*, London, 1962
10. KOYRÉ, A., *La Révolution Astronomique*, Paris, 1961
11. KUHN, T. S., *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, London, 1957
12. KUHN, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1962
13. LYONS, Sir H., *The Royal Society 1660-1940*, Cambridge, 1944
14. NEF, J. U., 'The Genesis of Industrialism and of Modern Science (1560-1640)', *Essays in Honour of Conyers Read*, ed. N. Downs, Chicago, 1953
15. ORNSTEIN, M., *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, 1938
16. PLEDGE, H. T., *Science Since 1500*, London, 1940
17. SARTON, G., *The Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance*, London, 1956
18. SMITH, P., *A History of Modern Culture*, 2 vols., London, 1930, 1940
19. WELD, C. R., *A History of the Royal Society*, 2 vols., London, 1848
20. WIGHTMAN, W. P. D., *Science and the Renaissance*, 2 vols., Edinburgh, 1962
21. WILLEY, B., *The Seventeenth Century Background*, London, 1934
22. WOLF, A., *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, 2nd ed., London, 1950
23. AGRICOLA, G., *De Re Metallica*, trans. H. C. and L. H. Hoover, London, 1912
24. ALBERTI, L. B., *Trattato della Pittura*, Milan, 1804
25. ALEXANDER, H. G., *The Leibniz-Clarke Correspondence*, Manchester, 1936
26. ANDRADE, E. N. DA C., *A Brief History of the Royal Society*, London, 1960
27. ANDRADE, E. N. DA C., *Isaac Newton*, London, 1950
28. ANTAL, F., *Florentine Painting and its Social Background*, London, 1947

29. ARMITAGE, A., *Copernicus the Founder of Modern Astronomy*, London, 1938
30. BACON, F., *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath, 14 vols., London, 1857-74
31. BELL, A. E., *Christian Huygens and the Development of Science in the Seventeenth Century*, London, 1947
32. BELON, P., *L'Histoire de la Nature des Oyseaux*, 7 vols., Paris, 1553
33. BERNAL, J. D., *The Social Function of Science*, London, 1939
34. BERNAL, J. D., 'Leonardo da Vinci', *Labour Monthly*, vol. 34, 1952
35. BISHOP, W. J., *The Early History of Surgery*, London, 1960
36. BOAS, M., *Robert Boyle and Seventeenth Century Chemistry*, Cambridge, 1958
37. BOSCOVICH, R. J., *A Theory of Natural Philosophy*, London, 1922
38. BRECHT, B., *The Life of Galileo*, London, 1960
39. BOURNE, W., *A Regiment for the Sea*, London, 1592
40. BOYLE, Hon. R., *The Works of the Honourable Robert Boyle*, London, 1744
41. BROWN, H., *Scientific Organizations in Seventeenth-Century France (1620-1680)*, Baltimore, 1934
42. BULLEN, A. H., *Elizabethans*, London, 1924
43. BURCKHARDT, J., *The Civilization of the Renaissance in Italy*, London, 1944
44. BURTT, E. A., *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, London, 1925
45. BUSH, J. N. D., *Science and English Poetry*, Oxford, 1950
46. CARSWELL, J., *The South Sea Bubble*, London, 1960
47. CASPAR, M., *Kepler*, trans. and ed. C. D. Helman, London, 1959
48. CHAMBERS, R. W., *Thomas More*, London, 1935
49. CLARK, Sir G. N., *War and Society in the Seventeenth Century*, Cambridge, 1958
50. COHEN, I. D., 'Neglected Sources for the Life of Stephen Gray (1666 or 1667-1735)', *Ists*, vol. 45, 1954
51. CREW, H., *The Rise of Modern Physics*, Baltimore, 1928
52. CROMBIE, A. C., *Robert Grosseteste*, Oxford, 1953
53. CROWTHER, J. G., *Founders of British Science: Wilkins, Hooke, Boyle, Ray, Wren, Newton*, London, 1960
54. CROWTHER, J. G., *Francis Bacon. The First Statesman of Science*, London, 1960
55. CROWTHER, J. G., *Six Great Astronomers*, London, 1961
56. DEBENHAM, F., *Discovery and Exploration. An Atlas-History of Man's Journeys into the Unknown*, London, 1960
57. DE SANTILLANA, G., *The Crime of Galileo*, London, 1958
58. DESCARTES, R., *Discourse on Method* (Everyman), London, 1949
59. DESCARTES, R., *Geometria*, Leyden, 1649
60. DIBNER, B., *Leonardo da Vinci*, New York, 1946
61. DUGAS, R., *Histoire de la Mécanique*, Neuchâtel, 1950
62. ERNOUF, A. A., *Denis Papin*, Paris, 1874
63. 'ESPINASSE, M., *Robert Hooke*, London, 1956
64. FAMBIE, J. J., *Galileo: His Life and Works*, London, 1903
65. FARRINGTON, B., *Francis Bacon, Philosopher of Industrial Science*, London, 1951
66. FELDHAUS, F. M., *Leonardo: der Techniker und Erfinder*, Jena, 1913
67. FOSTER, Sir M., *Lectures in the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth, and Eighteenth Centuries*, Cambridge, 1901
68. FRANKLIN, K. J., *William Harvey, Englishman, 1578-1657*, London, 1961
69. GALILEI, G., *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems - Ptolemaic and Copernican*, trans. S. Drake, London, 1962

70. GALILEI, G., *Dialogues Concerning Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. de Salvio, New York, 1914
71. GALILEI, G., 'The Sidereal Messenger', extracts in *The Autobiography of Science*, ed. F. R. Moulton and J. J. Schifferes, 2nd ed., London, 1963
72. GALILEI, G., *The System of the World*, trans. T. Salusbury, London, 1661
73. GASSENDI, P., *Opera Omnia*, 6 vols., Lyons, 1658
74. GESNER, C., *Historiae Animalium*, 4 vols., Zurich, 1551-8
75. GILBERT, W., *De Magnete*, ed. S. P. Thompson, London, 1901
76. GILLISPIE, C. C., *The Edge of Objectivity: an Essay in the History of Scientific Ideas*, Oxford, 1960
77. GINSBERG, M., *The Idea of Progress*, London, 1953
78. GLANVILL, J., *Plus Ultra*, London, 1668
79. GRESHAM COLLEGE, *An Account of Rise, etc., of Gresham College*, London, 1707
80. HAKLUYT SOCIETY, *A Regiment for the Sea and Other Writings on Navigation*, by W. Bourne, ed. E. G. R. Taylor, Cambridge, 1963
81. HAKLUYT SOCIETY, *Select Documents Illustrating the Four Voyages of Columbus*, ed. C. Jane, series II, vol. 65, London, 1930
82. HALL, A. R., *Ballistics in the Seventeenth Century*, London, 1952
83. HARTLEY, H. (ed.), *The Royal Society - Its Origins and Founders*, London, 1960
84. HARVEY, G., *Letter-Book of Gabriel Harvey*, ed. E. J. L. Scott, London, 1884
85. HILL, C., and DELL, E., *The Good Old Cause: The English Revolution of 1640-60*, London, 1949
86. HILL, J., *Review of the Work of the Royal Society of London*, London, 1760
87. HOBBS, T., *Leviathan*, ed. M. Oakeshott, Oxford, 1946
88. HOOKE, R., *The Diary of Robert Hooke*, ed. H. W. Robinson and W. Adams, London, 1935
89. HOOKE, R., *Micrographia*, London, 1665
90. HUMBERT, P., *L'Oeuvre Scientifique de Blaise Pascal*, Paris, 1947
91. HUYGENS, C., *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, 22 vols., The Hague, 1888-1950
92. JOHNSON, F. R., *Astronomical Thought in Renaissance England*, Baltimore, 1937
93. JOHNSON, F. R., 'Gresham College', *Journal of the History of Ideas*, vol. I, 1940
94. JOHNSON, S., *Lives of the English Poets*, 2 vols., London, 1906
95. JONES, R. F., *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in Seventeenth Century England*, 2nd ed., Washington, 1961
96. JONES, R. F., *The Seventeenth Century*, Stanford, California, 1951
97. JONES, R. F., *The Triumph of English Language*, London, 1953
98. KING, H. C., *The History of the Telescope*, London, 1955
99. KEPLER, J., *Opera Omnia*, ed. C. Frisch, Frankfurt, 1858-71
100. KOESTLER, A., *The Sleepwalkers*, London, 1959
101. KOYRÉ, A., *Études Galiléennes*, Paris, 1939
102. LOVEJOY, A., *The Great Chain of Being*, Cambridge, Mass., 1936
103. MCCURDY, E., *The Mind of Leonardo da Vinci*, London, 1932
104. MASSON, F., *Robert Boyle: A Biography*, London, 1914
105. MAYOW, J., *Medico-Physical Works*, Oxford, 1926
106. MERSENNE, M., *Correspondence du M. Mersenne*, ed. C. de Waard, 3 vols., Paris, 1945-6
107. MERTON, R. K., *Science, Technology, and Society in the Seventeenth Century*, Bruges, 1938



108. MEYER, R. W., *Leibnitz and the 17th Century Revolution*, trans. J. P. Stern, Cambridge, 1952
109. MILTON, J., *Areopagitica*, ed. J. W. Hales, London, 1949
110. MORTIMER, E., *Blaise Pascal*, London, 1959
111. NEEDHAM, J. (ed.), *The Teacher of Nations: Comenius*, Cambridge, 1942
112. NEF, J. U., *The Rise of the British Coal Industry*, 2 vols., London, 1932
113. NEWTON, I., *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull, 3 vols., Cambridge, 1960-61
114. NEWTON, I., *The Mathematical Principles of Natural Philosophy* (Motte's translation revised by F. Cajori), Berkeley, California, 1947
115. NEWTON, I., *Opticks*, London, 1704
116. NICOLSON, M. H., *The Breaking of the Circle*, Evanston, Illinois, 1950
117. NORMAN, R., *The Neue Attractive*, London, 1581
118. OLSCHKI, L., *Genius of Italy*, London, 1950
119. PAGEL, W., 'A Background Study to Harvey', *Medical Bookman and Historian*, vol. 2, p. 407
120. PATTERSON, L. D., 'Hooke's Gravitation Theory and its Influence on Newton', parts I and II, *Isis*, vols. 40 and 41, 1949 and 1950
121. PELISSON-FONTANIER, P., *The History of the French Academy*, trans. H. S., London, 1657
122. PILKINGTON, R., *Robert Boyle: Father of Chemistry*, London, 1959
123. POLVANI, G., 'L'Invention de la Pile', *Revue d'Histoire de Sciences*, vol. 2, 1949
124. PURVER, M., and BOWEN, E. J., *The Beginning of the Royal Society*, Oxford, 1960
125. RABELAIS, F., *Works*, Navarre Society, London, 1948
126. RANDALL, J. H., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science*, Padova, 1961
127. REY, J., *The Essays of Jean Rey*, ed. D. McKie, London, 1951
128. ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 'Nicolaus Copernicus, De Revolutionibus, Preface and Book I' (trans. J. P. Dobson, assisted by S. Brodetsky), *Occasional Notes*, no. 10, May, 1947
129. ROYAL SOCIETY, *Newton Tercentenary Celebrations*, Cambridge, 1947
130. SARTON, G., *Six Wings: Men of Science in the Renaissance*, London, 1958
131. SCIENCE AT THE CROSS ROADS, Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology, by delegates of the USSR, London, 1931
132. SHERRINGTON, Sir C. S., *The Endeavours of Jean Fernel*, Cambridge, 1946
133. SHERRINGTON, Sir C. S., *Man on His Nature*, Cambridge, 1940
134. SIGERIST, H. E., *Four Treatises of Theophrastus von Hohenheim called Paracelsus*, Baltimore, 1941
135. SINGER, C., *The Earliest Chemical Industry*, London, 1948
136. SINGER, D. W., *Giordano Bruno, His Life and Thoughts*, London, 1950
137. SMITH, C., and GNUDI, M. T., *The Pirotechnia of Vanoccio Biringuccio*, New York, 1941
138. SPINOZA, B. DE, *Tractatus Theologico-politicus*, trans. R. H. M. Elwes, London, 1895
139. SPRAT, T., *The History of the Royal Society of London*, London, 1667
140. SPRAT, T., *History of the Royal Society*, ed. W. H. Jones, J. T. Copeland, London, 1959
141. STENO, N., [Canis Carcharix Dissectum Caput], *The Earliest Geological Treatise (1667)*, trans. A. Garb, London, 1959

142. STILLMAN, J. M., *Theophrastus Bombastus von Hohenheim called Paracelsus*, Chicago, 1920
143. STIMSON, D., *Scientists and Amateurs: A History of the Royal Society*, London, 1949
144. STRAKER, E., *Wealden Iron*, London, 1931
145. STURTEVANT, S., 'Metallica' (1612), *Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617-1852)*, vol. I, London, 1858
146. SYFRET, R. H., 'The Origins of the Royal Society', *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 5, 1948
147. TAWNEY, R. H., *Religion and the Rise of Capitalism*, London, 1927
148. TAYLOR, E. G. R., *Late Tudor and Early Stuart Geography 1583-1650*, London, 1934
149. TAYLOR, E. G. R., *The Mathematical Practitioners of Tudor and Stuart England*, Cambridge, 1954
150. TAYLOR, E. G. R., *Tudor Geography 1485-1583*, London, 1930
151. TAYLOR, F. S., *Galileo and the Freedom of Thought*, London, 1938
152. THORNDIKE, L., *A History of Magic and Experimental Science*, 8 vols., New York, 1923-58
153. TILLYARD, E. M. W., *The Elizabethan World Picture*, London, 1943
154. TURNBULL, H. W., *The Great Mathematicians*, 4th ed. rep., London, 1962
155. TURNBULL, G. H., *Hartlib, Dury and Comenius*, Liverpool, 1847
156. TURNER, D. M., *Makers of Science, Electricity and Magnetism*, Oxford, 1926
157. UNWIN, G., *Industrial Organization in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, Oxford, 1904
158. VAN DEUSEN, N. C., *Telesio, the First of the Moderns*, New York, 1932
159. VAVILOV, S. I., *Isaac Newton*, Vienna, 1948
160. VESALIUS, A., *De Humani Corporis Fabrica*, Basle, 1543
161. VESPUCCI, A., *Letters of A. Vespucci*, ed. C. R. Markham, 1894
162. VICO, G. B., *The New Science of Giambattista Vico*, trans. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1948
163. VICO, G. B., *The Autobiography of Giambattista Vico*, trans. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1944
164. VINCI, LEONARDO DA, *The Notebooks of Leonardo da Vinci*, ed. E. McCurdy, 2 vols., London, 1938
165. VINCI, LEONARDO DA, *Paragone*, London, 1949
166. VIVES, J. L., *On Education*, trans. F. Watson, Cambridge, 1913
167. WARD, J., *The Lives of the Professors of Gresham College*, London, 1740
168. WHITTAKER, E. T., *A History of the Theories of the Ether and Electricity*, vol. I, London, 1951
169. WHYTE, L. L. (ed.), *Roger Joseph Boscovich, S.J., F.R.S., 1711-1787*, London, 1961
170. WINSTANLEY, G., *Selections from His Works*, ed. L. Hamilton, London, 1944
171. WRIGHT, L. B., *Middle-Class Culture in Elizabethan England*, Oxford, 1935

1. ASHTON, T. S., and SYKES, J., *The Coal Industry of the Eighteenth Century*, Manchester, 1929
2. ASHTON, T. S., *Iron and Steel in the Industrial Revolution*, Manchester, 1924
3. BERNAL, J. D., *Science and Industry in the Nineteenth Century*, London, 1953
4. CLOW, A. and N., *The Chemical Revolution*, London, 1952
5. CROWTHER, J. G., *British Scientists of the Nineteenth Century*, London, 1935
6. CROWTHER, J. G., *Famous American Men of Science*, London, 1937
7. CROWTHER, J. G., *Scientists of the Industrial Revolution*, London, 1962
8. DICKINSON, H. W., *A Short History of the Steam Engine*, Cambridge, 1939
9. HOBSDAWM, E. J., *The Age of Revolution*, London, 1962
10. MANTOUX, P., *The Industrial Revolution in the Eighteenth Century*, London, 1931
11. WILBY, B., *The Eighteenth Century Background*, London, 1940
12. WOLF, A., *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century*, 2nd ed., London, 1952
13. ACADEMY OF SCIENCES, USSR, 220 let Akademii Nauk SSR, Moscow, 1945
14. APPERT, C., *L'Art de Conserver Pendant Plusieurs Années Toutes les Substances Animales et Végétales*, Paris, 1810
15. ARMYTAGE, W. H. G., 'The Royal Society and the Apothecaries 1660-1722', *Notes and Records of the Royal Society*, vol. II, 1954, p. 33
16. BABBAGE, C., *Passages from the Life of a Philosopher*, London, 1864
17. BABBAGE, C., *Reflections on the Decline of Science in England*, London, 1830
18. BAILEY, Sir E., *Charles Lyell*, London, 1962
19. BAINES, Sir E., *History of the Cotton Manufacture in Great Britain*, London, 1835
20. BEER, G. R. DE, *Sir Hans Sloane and the British Museum*, London, 1953
21. BERNAL, J. D., *The Freedom of Necessity*, London, 1949
22. BERNARD, C., *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*, trans. H. C. Greene, New York, 1949
23. BURNS, C. D., *A Short History of Birkbeck College*, London, 1924
24. BURSTALL, A. F., *A History of Mechanical Engineering*, London, 1963
25. CARNOT, S., *Sur la Puissance Motrice du Feu*, Paris, 1824
26. CARSWELL, J., *The Prospector*, London, 1950
27. CHEVALIER, J., *Le Creusot*, Paris, 1946
28. CRAMP, W., *Michael Faraday and Some of His Contemporaries*, London, 1931
29. CROWTHER, J. G., *Six Great Doctors*, London, 1957
30. CROWTHER, J. G., *The Story of Agriculture*, London, 1958
31. CRUMP, W. B. (ed.), *The Leeds Woollen Industry, 1780-1820*, Leeds, 1931
32. DANILEVSKII, V. V., *Russkaya Tekhnika*, Moscow, 1948
33. DARWIN, C. R., *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom*, London, 1876
34. DARWIN, C. R., *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London, 1872
35. DARWIN, C. R., *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms*, London, 1881
36. DARWIN, C. R., *A Naturalist's Voyage*, London, 1860
37. DARWIN, C. R., *The Origin of Species*, London, 1859

38. DE BEER, G., *The Sciences Were Never at War*, London, 1960
39. DICKENS, C., *Hard Times*, London, 1854
40. DICKINSON, H. W., *James Watt*, Cambridge, 1936
41. DICKINSON, H. W., *Matthew Boulton*, Cambridge, 1937
42. DICKINSON, H. W., and TITLEY, A., *Richard Trevithick*, Cambridge, 1934
43. DUBOS, R. J. W., *Louis Pasteur*, London, 1951
44. EASTWOOD, W., *Science and Literature*, London, 1957
45. ENGELS, F., *The Condition of the Working Class in England in 1844*, London, 1892
46. FARADAY, M., *Experimental Researches in Electricity*, 3 vols., London, 1855
47. FARADAY, M., *Faraday's Diary*, ed. T. Martin, 8 vols., London, 1932-6
48. GALTON, Sir F., *Hereditary Genius*, London, 1869
49. GEDDES, P., *Cities in Evolution*, London, 1915
50. GIEDION, S., *Mechanization Takes Command*, Oxford, 1948
51. GILLAM, J. G., *The Crucible: The Story of Joseph Priestley, LLD, FRS*, London, 1954
52. GILLISPIE, C. C., *Genesis and Geology*, Harvard, 1951
53. GOURLIE, N., *The Prince of Botanists: Carl Linnaeus*, London, 1953
54. HABAKKUK, H. J., *American and British Technology in the Nineteenth Century*, Cambridge, 1962
55. HADFIELD, Sir R. A., *Faraday and His Metallurgical Researches*, London, 1931
56. HAMMOND, J. L. and B., *The Town Labourer, 1760-1832*, London, 1917
57. HAMMOND, J. L. and B., *The Village Labourer, 1760-1832*, London, 1912
58. HART, I. B., *James Watt and the History of Steam Power*, London, 1958
59. HARTOG, Sir P., 'Joseph Priestley and his Place in the History of Science', *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, April, 1931
60. HOBSON, J. A., *The Evolution of Modern Capitalism*, London, 1930
61. HOWARTH, O. J. R., *The British Association for the Advancement of Science (1831-1931)*, London, 1931
62. HOWARTH, O. J. R. (ed.), *London and the Advancement of Science*, London, 1931
63. HUXLEY, T. H., *Science and Education*, London, 1925
64. JACKSON, B. D., *Linnaeus*, London, 1923
65. JOSEPHSON, M., *Edison: a Biography*, London, 1961
66. KENT, A. (ed.), *An Eighteenth Century Lectureship in Chemistry*, Glasgow, 1950
67. KNOWLES, L. C. A., *The Industrial and Commercial Revolution in Great Britain During the Nineteenth Century*, London, 1941
68. LAGRANGE, J. L., *Mécanique Analytique*, Paris, 1788
69. LARGE, E. C., *The Advance of the Fungi*, London, 1940
70. LAVOISIER, A. L., *Oeuvres*, 6 vols., Paris, 1864-93
71. LYELL, C., *Principles of Geology*, 3 vols., 1830-33
72. MACH, E., *The Science of Mechanics*, 5th ed., London, 1942
73. MCKENDRICK, J. G., *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz*, London, 1899
74. MCKIE, D., *Antoine Lavoisier*, London, 1952
75. MCKIE, D., and HEATHCOTE, H. N. DE V., *The Discovery of the Specific and Latent Heats*, London, 1935
76. MALTHUS, T. R., *An Essay on the Principle of Population*, 6th ed., London, 1826
77. MARTIN, K., *French Liberal Thought in the Eighteenth Century*, London, 1954
78. MARTIN, T., *Faraday's Discovery of Electro-Magnetic Induction*, London, 1949
79. MARX, K., *Capital*, vol. I, London, 1946; vol. II, Chicago, 1885; vol. III, Chicago, 1909
80. MARX, K., *Selected Works*, vol. I, London, 1942

81. MARX, K., *Selected Works*, vol. II, London, 1942
82. MASON, S. F., *A History of the Sciences*, London, 1953
83. MAXWELL, C. (ed.), *The Scientific Papers of the Hon. H. Cavendish*, 2 vols., Cambridge, 1921
84. MEIKLEHAM, R. S., *Descriptive History of the Steam Engine*, London, 1824
85. MENSHUTKIN, B. N., *Russia's Lomonosov*, Oxford, 1952
86. MEYER, R. W., *Leibnitz and the Seventeenth-century Revolution*, Cambridge, 1952
87. MORIN, J. B., *Astrologia Gallica*, The Hague, 1661
88. MOURET, G., *Sadi Carnot et la Science de l'Énergie*, Paris, 1892
89. MURRAY, R. H., *Science and Scientists in the Nineteenth Century*, London, 1925
90. NASMYTH, J., *Autobiography*, London, 1883
91. NICOLLE, I., *Louis Pasteur: a Master of Scientific Enquiry*, London, 1961
92. POLHAMMER, C., *Patriotic Testament*, London, 1761
93. PRICE, D. J. DE S., *Little Science, Big Science*, New York, 1963
94. PRIESTLEY, J., *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, 3 vols., London, 1775-7
95. PRIESTLEY, J., *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours*, London, 1772
96. PRIESTLEY, J., *The History and Present State of Electricity*, London, 1775
97. PRIESTLEY, J., *Memoirs*, London, 1806
98. RAISTRICK, A., *Dynasty of Iron Founders: The Darbys and Coalbrookdale*, London, 1953
99. RAMSAY, SIR W., *The Life and Letters of Joseph Black*, London, 1918
100. REYNOLDS, O., *Memoir of James Prescott Joule*, Manchester, 1892
101. RICARDO, D., *Principles of Political Economy and Taxation*, London, 1924
102. RUNES, D. D. (ed.), *The Diary and Sundry Observations of Thomas Alva Edison*, New York, 1948
103. SALUCES, M. DE LUR, *Lomonossov*, Paris, 1933
104. SAVERY, T., 'The Miners' Friend' (1702), *Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617-1852)*, vol. I, London, 1858
105. SCHOFIELD, R. B., *The Lunar Society of Birmingham*, Oxford, 1963
106. SCHUBERT, H. R., *History of the British Iron and Steel Industry from c. 450 B.C. - A.D. 1775*, London, 1958
107. SCOTT, SIR S. W., *The Exemplary Mr Day*, London, 1935
108. SEGUIN, M., *De L'Influence des Chemins de Fers, etc.*, Paris, 1839
109. SHERRINGTON, SIR C. S., *The Integrative Action of the Nervous System*, Cambridge, 1947
110. SILK, L. S., *The Research Revolution*, New York, 1960
111. SIMON, J., *English Sanitary Institutions*, London, 1890
112. SMILES, A., *Samuel Smiles and His Surroundings*, London, 1956
113. SMILES, S., *Industrial Biography*, London, 1908
114. SMILES, S., *Lives of the Engineers*, 5 vols., London, 1904
115. SMILES, S., *Self Help*, London, 1950
116. SMITH, A., *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, 2nd ed., Edinburgh, 1846
117. SNOW, SIR C., *The Two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge, 1959
118. SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE, *René-Just Haüy*, Paris, 1945
119. STRACHEY, J., *The End of Empire*, London, 1959
120. SWAN, SIR K. R., *Sir Joseph Swan*, London, 1946

121. TATON, R., 'The French Revolution and the Progress of Science', *Centaurus*, vol. 3, 1953
122. THOMAS, R. H., *Liberalism, Nationalism and the German Intellectuals 1822-47*, Cambridge, 1952
123. THOMPSON, S. P., *The Life of William Thomson*, 2 vols., London, 1910
124. THOMPSON, L. G., *Sidney Gilchrist Thomas*, London, 1940
125. THOMSON, SIR W., *Mathematical and Physical Papers*, vol. 5, Cambridge, 1911
126. THORPE, SIR T. E., *Joseph Priestley*, London, 1906
127. THURSTON, R. H., *A History of the Growth of the Steam Engine*, New York, 1939
128. TILLYARD, A. L., *A History of University Reform*, Cambridge, 1913
129. TOYNBEE, A., *Lectures on the Industrial Revolution in England*, London, 1844
130. TRENEER, A., *The Mercurial Chemist: a Life of Sir Humphry Davy*, London, 1963
131. TUGE, H., *Historical Development of Science and Technology in Japan*, Tokyo, 1961
132. UNITED NATIONS, *Science and Technology for Development*, 8 vols., New York, 1963-4
133. URE, A., *The Philosophy of Manufactures*, London, 1835
134. VALLERY-RADOT, R., *The Life of Pasteur*, London, 1920
135. VAVILOV, S. I., *Soviet Science: Thirty Years*, Moscow, 1948
136. WILKINSON, C. S., *Wake of the Bounty*, London, 1953
137. WOODWARD, E. L., *The Age of Reform: 1815-1870*, Oxford, 1938
138. WOOLF, L. S., *After the Deluge*, 3 vols., London, 1931-53

## فهرست

- نبذة عن المؤلف ..... ٤  
 عرفان وتقدير ..... ٥  
 عرفان وتقدير للطبعة المصورة ..... ٦  
 ملحوظة ..... ٧

### الجزء (٤) مولد العلم الحديث

- مقدمة الجزء (٤) ..... ١١

#### الفصل ٧ الثورة العلمية

- ١-٧ : المرحلة الأولى - عصر النهضة ١٤٤٠ - ١٥٤٠ ..... ١٧  
 ٢-٧ : الفن - الطبيعة - الطب ..... ٢٩  
 ٣-٧ : الملاحة والفلك ..... ٤٠  
 ٤-٧ : المرحلة الثانية ..... ٥١  
 ٥-٧ : تحقيق نظرية المجموعة الشمسية ..... ٦٢  
 ٦-٧ : الفلسفة الجديدة ..... ٨٢  
 ٧-٧ : المرحلة الثالثة - العلم في الفترة ١٦٥٠ - ١٦٩٠ ..... ٩٠  
 ٨-٧ : صنع صورة العالم الجديد ..... ١٠٦  
 ٩-٧ : ميكانيكية الكون - توليفة نيوتون ..... ١٢٠  
 ١٠-٧ : نظرة إلى أحداث الماضي القريب - الرأسمالية وأصول العلم ..... ١٣٦  
 الحديث ..... ١٣٦

## الجزء (٥) العلم والصناعة

### مقدمة الجزء ٥

#### الفصل ٨ : ما قبل الثورة الصناعية ونتائجها

- ٨ - ١ : الفترة الأولى للقرن الثامن عشر (١٦٩٠ - ١٧٦٠) ..... ١٥٥  
٨ - ٢ : العلم والثورات ١٧٦٠ - ١٨٣٠ ..... ١٦٥  
٨ - ٣ : الثورة الفرنسية وتأثيرها على العلم ..... ١٨٣  
٨ - ٤ : سبب العلم في الثورة الصناعية ..... ١٨٩  
٨ - ٥ : منتصف القرن التاسع عشر (١٨٣٠ - ١٨٧٠) ..... ١٩٢  
٨ - ٧ : أواخر القرن التاسع عشر ..... ٢١٠  
٨ - ٨ : العلم في أواخر القرن التاسع عشر ..... ٢١٨

#### الفصل ٩ : تطور العلوم في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ٢٢٣

- ٩ - ١ : مقدمة ..... ٢٢٣  
٩ - ١ : الحرارة والطاقة ..... ٢٢٦  
٩ - ٢ : الهندسة وعلم المعادن ..... ١٤١  
٩ - ٣ : الكهرباء والمغناطيسية ..... ٢٥١  
٩ - ٤ : الكيمياء ..... ٢٧١  
٩ - ٥ : البيولوجيا (علم الحياة) ..... ٢٨٩  
٩ - ٦ : نظرة إلى أحداث الماضي ..... ٣١٥  
ملاحظات ..... ٣٢٥  
بيلوغرافيا المجلد الثاني ..... ٣٣٢

٢٤٥٦١٥ النسخة الأخيرة